

Jenni Jatila

Biofore-konseptiauton yksittäishyväksyntä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

17.11.2014

Tekijä Otsikko	Jenni Jatila Biofore-konseptiauton yksittäishyväksyntä
Sivumäärä Aika	67 sivua + 7 liitettä 17.11.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaaja	Projekti-insinööri Harri Santamala
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty vuonna 2014 Metropolia Ammattikorkeakoulun Biofore Concept Car -hankkeeseen. Vuodesta 2010 alkaen käynnissä olleen hankkeen tarkoitus on ollut demonstroida uusien innovatiivisten biomateriaalien käyttöä ajoneuvoteollisuudessa. Biofore-konseptiauto julkaistiin Geneven autonäyttelyssä keväällä 2014, ja sen jälkeen projektin jatkokehitys on keskittynyt ajoneuvon tieliikenteeseen rekisteröintiin.</p> <p>Biofore-konseptiauton rekisteröinti tapahtuu yksittäishyväksyntänä, jolloin ajoneuvon valmistajan tulee osoittaa ajoneuvon vaatimuksenmukaisuus liikenne- ja viestintäministeriön asetuksen (1248/2002) liitteen 8 mukaisesti.</p> <p>Tämän insinöörityön tarkoituksena on selvittää yksittäishyväksynnän kulkua sekä tuottaa kaikki ajoneuvon valmistajalta vaaditut testit ja osoitukset kuten lujuuslaskelmat. Työssä selvitetään rekisteröintiprosessia nimenomaan valmistajan näkökulmasta, ja siksi kohteita määrittävät direktiivit ja asetukset esitellään vain yksittäishyväksytyn M₁-luokan ajoneuvon osalta.</p> <p>Lopputuloksena on rekisteröintikatsastuksessa esitetty vaatimuksenmukaisuustodistus, jossa on selvitetty kaikkien vaadittujen käytännön testien toteutus, osoitettu asennusvaatimusten täyttyminen, laskettu kiinnityspisteiden lujuuslaskelmat sekä tehty vaadituilta oma-valmisteisilta osilta rakenteiden lujuusanalyysi.</p> <p>Työn tavoitteisiin päästiin hyvin ja vain muutama kohde jäi vajaaksi ensimmäisessä rekisteröintitilaisuudessa. Nämä ovat moottorin päästöjen sekä ajoneuvon sähköjärjestelmän jatkokehityksen vuoksi tästä opinnäytetyöstä pois jääneitä kohteita. Näiden kohteiden jatkokehityksen tarve oli ennestään tiedossa, ja niiden vaatimustenmukaisuus osoitetaan uusintakatsastuksessa tai niiden osalta haetaan jatkokehityksen vuoksi poikkeuslupa.</p>	
Avainsanat	Biofore Concept Car, Biofore-konseptiauto, yksittäishyväksyntä, rekisteröinti

Author Title	Jenni Jatila Single Approval of Biofore Concept Car
Number of Pages Date	67 pages + 7 appendices 15 September 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Production Engineering
Instructor	Harri Santamala, Project Engineer
<p>This Bachelor's thesis was carried out in the year 2014 as a part of the Biofore Concept Car project of Metropolia University of Applied Sciences. The project has been ongoing since the year 2010 and its main purpose has been the demonstration of the use of new and innovative biomaterials in automotive industry. The Biofore Concept Car was launched in Geneva International Motor Show in spring 2014, and after that the main target has been the registration of the vehicle.</p> <p>The registration of the Biofore Concept Car is going to be implemented by a Single Vehicle Approval process in which the manufacturer of the vehicle has to demonstrate the compliance of the requirements specified in annex no 8 of regulation no. 1248/2002 by Ministry of Transport and Communication.</p> <p>The aim of this thesis is to clarify the Single Vehicle Approval process and generate all of the required reports from the vehicle's manufacturer such as the applied tests, structural analysis and verifications. The process of Single Vehicle Approval is reported in this thesis mainly from the manufacturer's perspective and therefore all of the related directives and regulations are presented simplified and consist of information only regarding M1-type vehicles.</p> <p>The final outcome of this thesis is a Declaration of Conformity and it is presented in registration inspection. The Declaration of Conformity consists of reports from all of the required applied tests, installation requirements, strength analysis of joints and structural analysis of self-made parts.</p> <p>The target of this thesis was reached and only a few subjects were not approved in the first registration inspection. Most of the uncompleted subjects are emission and electrical system related, and the development of these subjects is going to continue. The need of the development of these subjects was known in advance and their compliance will be addressed in the second registration inspection.</p>	
Keywords	Biofore Concept Car, registration, Single vehicle approval

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yksittäishyväksyntä	2
3	Kohteet	3
3.1	Melutasot	3
3.2	Polttoainesäiliöt ja alleajosuojat	4
3.2.1	Polttoainesäiliötä koskevat vaatimukset	4
3.2.2	Alleajosuojaa koskevat vaatimukset	6
3.3	Takarekisterikilven tila	9
3.4	Ohjauslaite ja sen käyttäytyminen törmäyksessä	10
3.5	Ovien lukot ja saranat	12
3.5.1	Takaoven alalukko	14
3.5.2	Takaoven ylälukon salpa	20
3.5.3	Etuoven lukon salpa	25
3.5.4	Etusarana	28
3.5.5	Takasarana	29
3.6	Äänimerkinantolaite	32
3.7	Epäsuoran näkemisen laitteet	32
3.8	Jarrutus	36
3.9	Sähkömagneettinen yhteensopivuus	40
3.10	Sisävarusteet	42
3.11	Istuinten lujuus	43
3.12	Ulkonevat osat	46
3.13	Nopeusmittari ja peruutusvaihte	46
3.14	Lakisääteiset kilvet	47
3.15	Turvavyöt ja turvavöiden kiinnityspisteet	48
3.16	Valaisimien ja merkkivalolaitteiden asennus	50
3.17	Hinauslaitteet	52
3.18	Näkyvyys eteen	53
3.19	Hallintalaitteiden merkinnät	54
3.20	Huurteen- tai sumunpoistolaitteet	55
3.21	Pesimet ja pyyhkimet	56
3.22	Lämmitysjärjestelmä	56

3.23	Pyörien roiskesuojat	57
3.24	Pääntuet	58
3.25	Moottorin teho	58
3.26	Massat ja mitat	59
3.27	Turvalasit	60
3.28	Renkaat	60
4	Jatkotoimenpiteet	61
5	Yhteenveto	63
	Lähteet	64

Liitteet

Liite 1: Liikenne- ja viestintäministeriön asetuksen 1248/2002 liite 8

Liite 2: Hyväksytyn asiantuntijan lausunto jarruista ja melutasoista

Liite 3: Polttoainesäiliön testiraportti

Liite 4: Masino Rivkle -kierreniittien mekaaniset tiedot

Liite 5: Sähkömagneettisen yhteensopivuuden testiraportti

Liite 6: Biofore-konseptiautoon asennetut valaisimet ja heijastimet

Liite 7: Moottorin tehon mittausraportti

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty vuonna 2014 Metropolia Ammattikorkeakoulun Biofore Concept Car -hankkeeseen. Vuodesta 2010 alkaen käynnissä olleen hankkeen tarkoitus on ollut demonstroida uusien innovatiivisten biomateriaalien käyttöä ajoneuvoteollisuudessa. Hanke on toteutettu yhteistyönä Tekesin ja monien yritysten kanssa. Biofore-konseptiauto (kuva 1) julkaistiin Geneven autonäyttelyssä keväällä 2014, ja sen jälkeen projektin jatkokehitys on keskittynyt ajoneuvon tieliikenteeseen rekisteröintiin.



Kuva 1. Biofore-konseptiauto

Omavalmisteisen M1-luokan ajoneuvon rekisteröinti tapahtuu yksittäishyväksyntänä jolloin ajoneuvon vaatimuksenmukaisuus osoitetaan liikenne- ja viestintäministeriön asetuksen (1248/2002) liitteen 8 mukaisesti [1]. Liite 8 määrittelee millä tavoin kunkin kohteen vaatimuksenmukaisuus tulee osoittaa.

Tämän insinööriyön tarkoituksena on selvittää yksittäishyväksynnän kulkua sekä tuottaa kaikki ajoneuvon valmistajalta vaaditut testit ja osoitukset kuten lujuuslaskelmat. Insinööriyön lopputuloksena on rekisteröintikatsastuksessa esitettävä vaatimuksenmukaisuustodistus, jossa on käyty kaikki asetuksen 1248/2002 liitteen 8 vaatimat kohteet yksittäishyväksynnän osalta läpi. Työssä selvitetään yksittäishyväksynnän kulkua nimenomaan valmistajan näkökulmasta ja siksi kohteita määrittävät direktiivit ja asetukset esitellään vain yksittäishyväksytyn M₁-luokan ajoneuvon osalta. Työ on jatkoa Rony Lehden insinööriyölle Biofore-konseptiauton rekisteröinti, jossa on perehdytty yleiseen rekisteröintilainsäädäntöön ja -direktiiveihin.

2 Yksittäishyväksyntä

Yksittäishyväksyntä tulee suorittaa kaikille uusille M-luokan ajoneuvoille, joita ei ole sellaisenaan valmiina hyväksytty puitedirektiivin mukaisesti [2]. Yksittäishyväksyntä siis tulee suorittaa kaikille uusille omavalmisteisille henkilöautoille. Yksittäishyväksynnän rekisteröintikatsastus on voimassa enintään 3 kk ja sen aikana ajoneuvo tulee saada lopullisesti rekisteröityä tieliikenteeseen.

Ennen yksittäishyväksynnän suorittamista tulee ajoneuvosta laatia vaatimuksenmukaisuustodistus, jolla valmistaja osoittaa ajoneuvon täyttävän autoasetuksen 1248/2002 liitteen 8 vaatimustasot (liite 1). Liitteessä 8 on määritelty kaikki yksittäishyväksyntää koskevat kohteet eri vaatimuksenmukaisuustason mukaan ja jokainen kohde tulee osoittaa vähintään sen vaatimalla tavalla hyväksynnän yhteydessä. Hyväksynnän suorittaa katsastustoimipisteessä rekisteröintiluvan omaava katsastusviranomainen.

Vaatimuksenmukaisuuden osoittamisen eri tasot:

- X – Tyyppihyväksyntä
- A – Tutkimuslaitoksen selvitys
- H – Hyväksytyn asiantuntijan lausunto
- B – Valmistajan tekemä testi
- C – Osoitettava hyväksynnän suorittajaa tyydyttävällä tavalla, että säädöksen keskeiset vaatimukset täyttyvät
- E – Hyväksynnän suorittaja tarkastaa hyväksynnän yhteydessä.

Valmistaja itse voi suorittaa vain vaatimustason B-, C- ja E- testejä ja tehdä niiden mukaisia osoituksia. Ulkopuolisten tutkimuslaitosten tai hyväksytyn asiantuntijan tekemiin testeihin valmistajan tulee tarjota tarvittavat alkutiedot, rakennekuvat ja mahdolliset laskemat.

Jos valmistaja ei voi osoittaa kohteen vaatimusten täyttymistä, voidaan kohteen osalta hakea poikkeuslupa Liikenteen turvallisuusvirasto Trafilta [3]. Trafi voi myöntää ajoneuvon käyttöön tai rakenteeseen liittyen poikkeusluvan, jolloin kyseisen kohteen osalta vaatimuksenmukaisuus voidaan osoittaa kevyemmin.

3 Kohteet

Biofore-konseptiauton rekisteröintiä koskevat kohteet on esitetty tässä luvussa. Se sisältää kaikki yksittäishyväksyntää koskevat kohteet, ja näin tämä insinöörityö toimii samalla vaatimuksenmukaisuustodistuksena. Työn tavoitteena oli tuottaa kaikista kohteista kirjallinen esitys vaatimuksenmukaisuustodistukseen, joka esitetään rekisteröintikatsastuksen yhteydessä 31.10.2014. Kaikki kohteet eivät kuitenkaan valmistuneet kyseiseen päivämäärään mennessä, ja siksi niiden osalta työssä käsitellään kohteiden puutteet ja jatkosuunnitelma. Muutaman kohteen osalta tullaan lisäksi hakemaan poikkeuslupaa.

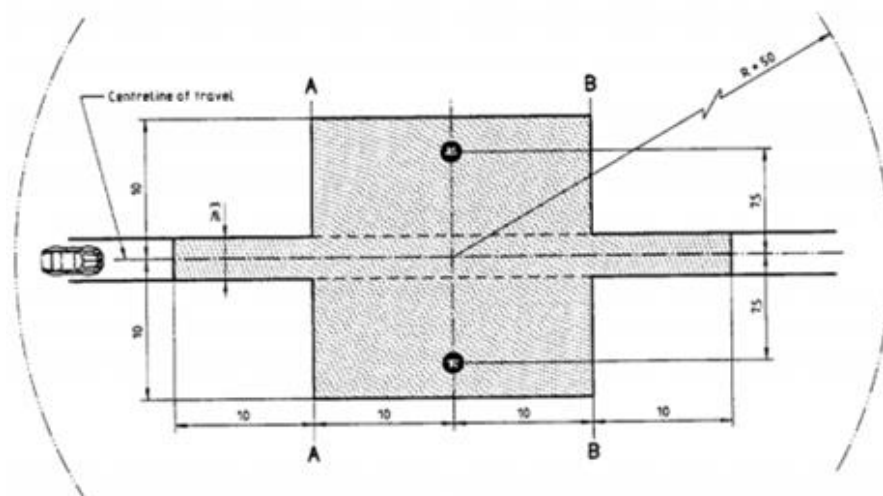
Ajoneuvon päästöjen ja ajoneuvon osalta jatkokehitys jatkuu vielä tämän työn ulkopuolella erillisinä isompina kokonaisuuksina, joten niitä koskevia direktiivejä tai vaatimuksia ei käydä tässä työssä läpi.

3.1 Melutasot

Ajoneuvon melutasojen tulee täyttää direktiivin 70/157/ETY [4] mukaiset vaatimukset H-vaatimustason mukaisesti, jolloin ajoneuvolle on tehtävä hyväksytyn asiantuntijan suorittama ohiajomelutesti sekä staattinen melutesti. Melun raja-arvoon (74 dB) voidaan yksittäishyväksynnän vuoksi lisätä soveltavan testausmenettelyn toleranssin (1 dB) lisäksi vielä 2 dB. Näin ollen kummassakin testissä yksittäishyväksytyn M₁-ajoneuvon melun yläraja-arvo on 77 dB.

Biofore-konseptiautolle suoritettiin melutesti Nummelan lentokentällä 17.9.2014 Test Center Tiirilän Oy:n toimesta ja hyväksytyn asiantuntijan lausunto mittauksesta on esitetty liitteessä 2.

Ohiajotesti suoritettiin 50 km/h nopeudessa 2- ja 3-vaihteella kuvan 2 mukaisessa testijärjestelyssä. Ajoneuvo ajettiin tasaisella 50 km/h nopeudella linjalle A, jolloin kaasupoljin painettiin nopeasti pohjaan. Saavuttaessa linjalle B, kaasupoljin nostettiin ylös. Tämä testi suoritettiin kaksi kertaa kummallakin vaihteella ja kummankin puolen mittaus tulokset kirjattiin ylös. Lopullinen testituloks on 2- ja 3-vaihteen testiarvon mittauksien suurimpien arvojen keskiarvo.



Kuva 2. Testialueen mitat melun ohiajomittauksessa [5]

Staattisessa testissä ajoneuvon pakoputken läheisyydestä tehdään kolme mittausta auton kierrosnopeuden ollessa $\frac{3}{4}$ maksimitehon kierrosnopeudesta. Maksimitehon kierrosnopeus Biofore-konseptiautossa on 4200 rpm, joten käytetty kierrosnopeus testissä oli 3150 rpm. Biofore-konseptiauton melutasot olivat testeissä direktiivin vaatimalla tasolla ja ne saivat hyväksynnän. Hyväksytyn asiantuntijan lausunto esitetään yksittäishyväksynnän yhteydessä.

3.2 Polttoainesäiliöt ja alleajosuojat

Direktiivi 70/221/ETY [6] määrittelee polttoainesäiliölle ja alleajosuojalle asetetut vähimmäisvaatimukset. Polttoainesäiliön vaatimuksenmukaisuus tulee osoittaa C-tason mukaisesti, jos ajoneuvossa on muu kuin muovinen polttoainesäiliö. Alleajosuojalla tarkoitetaan ajoneuvon takaosassa olevaa laitetta tai osaa, jonka tarkoitus on suojata ajoneuvoa peräänajotilanteissa.

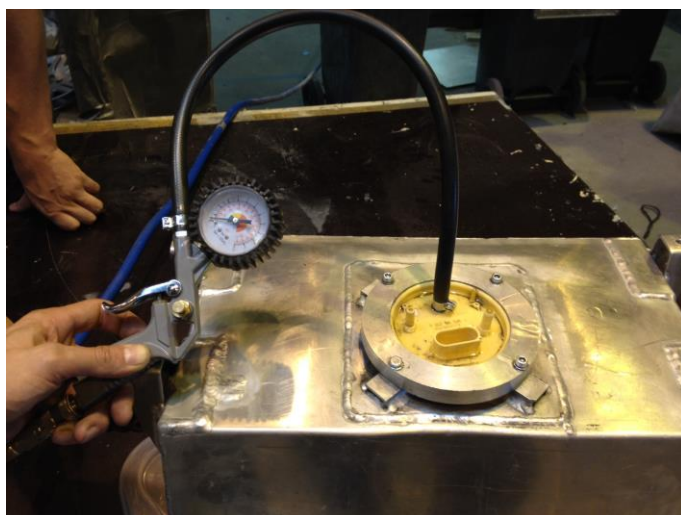
3.2.1 Polttoainesäiliötä koskevat vaatimukset

Polttoainesäiliön tulee läpäistä direktiivin 70/221/ETY mukainen hydraulinen painetesti sekä kumoamistesti. Polttoainesäiliössä tulee olla ylipaineen tasaava venttiili tai poistoaukko, eikä säiliö saa olla ruostuvaa materiaalia. Lisäksi säiliön ja sen

täyttöaukon sijoittelun tulee olla pois kuljettajan ja matkustajien välittömästä läheisyydestä, eivätkä ne saa olla kiinnitettynä matkustamon tiloihin.

Hydraulisessa painetestissä polttoainesäiliö täytetään vedellä tai muulla palamattomalla nesteellä ja yhdysputken kautta säiliön paine nostetaan kaksinkertaiseksi työpaineeseen verrattuna, mutta kuitenkin vähintään 0,3 bar:in ylipaineeseen. Painetta tulee pitää yllä yhden minuutin ajan, ja tänä aikana säiliö ei saa vuotaa tai halkeilla. Kumoamistestissä säiliötä käännetään 90 astetta oikealla siitä suunnasta, mihin se on ajoneuvossa asennettu, ja sitä pidetään tässä asennossa 5 minuuttia. Tämän jälkeen säiliötä käännetään samaan suuntaan toiset 90 astetta, jolloin se on täysin ylösalaisin ja pidetään siinä 5 minuuttia. Seuraavaksi säiliö käännetään takaisin tavanomaiseen asentoonsa ja vastaavat testit suoritetaan vasemmalle kääntäen. Yhteensä kumoamistesti kestää siis 20 minuuttia. Kumoamistesti suoritetaan säiliön ollessa sekä 90 % täynnä että 30 % täynnä.

Biofore-konseptiauton alumiinisessa polttoainesäiliössä (kuva 3) on painetta tasaava huohotusputki ja näin ollen säiliön työpaineena on vallitseva ilmanpaine. Hydraulinen painetestit suoritetaan siis 0,3 bar:in ylipaineessa. Polttoainesäiliö on sijoitettu taka-akselin läheisyyteen ajoneuvon alle ja polttoaineen syöttöputki auton oikeanpuoleiselle kyljelle vaatimusten mukaisesti.



Kuva 3. Hydraulisen painetestin testausmenettely

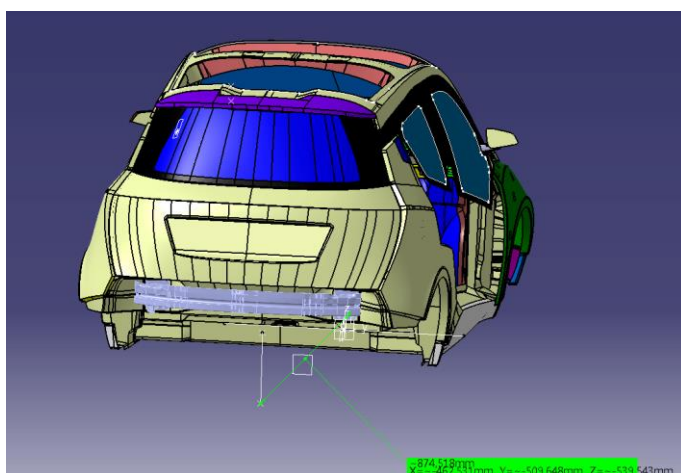
Direktiivin 70/221/ETY mukainen polttoainesäiliön testi suoritettiin 14.8.2014 ja tulokset on esitetty liitteessä 3. Testien aikana polttoainepumpun kansi oli paikoillaan ja

painetestissä painetta nostettiin yhdysputken kautta tankkiin. Missään testaustilanteessa polttoainesäiliö ei vuotanut sen alla olevaan keräysastiaan tai vaurioitunut, joten säiliö täyttää sille asetetut vaatimukset. Polttoainesäiliön testiraportti esitetään yksittäishyväksynnän yhteydessä.

3.2.2 Alleajosuojaa koskevat vaatimukset

Alleajosuojan tehtävä on tarjota riittävä suoja peräänajotilanteissa. Alleajosuoja tulee olla, jos ajoneuvon takaosan korin maavara on alle 550 mm maanpinnasta mitattuna. Alleajosuoja tulee kiinnittää alustan runkopalkkeihin tai vastaavaan rakenteeseen mahdollisimman lähelle auton takaosaa ja sen maavara ei saa ylittää 550 mm mistään kohdasta. Direktiivissä 70/221/ETY on esitetty alleajosuojan rakenteelle ja asennukselle vähimmäisvaatimukset, jotka valmistajan tulee osoittaa C-tason mukaisesti. Alleajosuojan riittävä lujuus osoitetaan kuormittamalla alleajosuojaa P_2 -pisteistä. P_2 -pisteet ovat alleajosuojan keskilinjalla enintään 600 mm:n korkeudessa maanpinnasta olevat pisteet, joiden etäisyys toisistaan on 700 - 1000 mm. Valmistaja saa itse määrittää nämä pisteet, ja niihin kohdistetaan vuorotellen vaakasuuntainen voima, joka on suuruudeltaan 50 % ajoneuvon kokonaismassasta.

Biofore-konseptiautossa on tyyppihyväksytty Audin puskuripalkki, ja se on asennettu 539 mm:n korkeudelle maanpinnasta (kuva 4). Tyyppihyväksynnän vuoksi lujuus tarvitsee osoittaa vain kiinnityspisteiden osalta.



Kuva 4. Alleajosuojan asennus ja korkeus maanpinnasta

Puskuripalkin kumpaankin kiinnityspisteeseen kohdistettu vaakasuora voima F on 50 % ajoneuvon suurimmasta massasta eli 1410 kg:sta ja se lasketaan kaavalla 1 [7, s. 91]:

$$F = ma = \left(1410 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) * 0,5 = 6916,1 \text{ N} \quad (1)$$

missä

m on ajoneuvon kokonaismassa [kg]

g on kiihtyvyys [m/s^2].

Kiinnityspisteet sijaitsevat ajoneuvon hiilikuituisessa korissa, jonka lujuusominaisuudet on selvitetty Jaakko Väisäsen diplomityössä Sizing of a Composite Vehicle Frame, ja siksi korin ominaisuuksiin ei tässä insinöörityössä puututa. Korin hiilikuituun on liimattu 5754-alumiinista kaikkien kiinnityspisteiden kohdalle vahvikelevyt, joihin on asennettu Masinon Rivkle -kierreniitit asennusohjeiden mukaan. Tällaisen asennuksen kriittisimmät jännitykset muodostuvat kierreniitin ja alumiinin liitokseen, sillä kierreniitti pyrkii leikkautumaan alumiilevystä ulos.

Alleajosuoja on kiinni kahdeksalla M8 8.8 -pultilla koriin asennetuissa M8-kierreniiteissä. Alleajosuojan kiinnityksen vaatimuksenmukaisuus osoitetaan laskemalla pultin kierteen kestävä aksiaalinen veto- ja puristusvoima, alumiiniin kohdistuva pintapaine sekä alumiiniin kohdistuva leikkausjännitys.

Kierreniitin ja pultin kuormitus

Yksi Masinon Rivkle M8 -kierreniitti kestää siihen kohdistuvaa veto- tai puristusvoimaa 27 000 N (liite 3). Yhden ruuvin aksiaalikuorma F_a vedon kuormittamassa ruuviryhmässä voidaan laskea jakamalla koko ruuviryhmään kohdistettu aksiaalivoima ruuvien lukumäärällä kun oletetaan, että voima F jakautuu tasaisesti kullekin ruuville [8, s. 218]. Tällöin yhteen ruuviliitokseen neljän pultin ryhmässä kohdistuva aksiaalivoima F_a on $6\,916 \text{ N} / 4 = 1\,729 \text{ N}$.

Tavallisen ruuviliitoksen maksimi vetomurtokuorma F_{sg} M8-pultille voidaan laskea kaavalla 2 [8, s. 185]:

$$F_{sg} = A_s * R_m = 36,6 \text{ mm}^2 * 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 29280 \text{ N} \quad (2)$$

missä

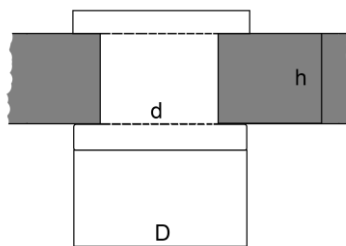
R_m on ruuvien materiaalin murtolujuus [N/mm^2] (M8 lujuusluokka 8.8 $R_m = 800 \text{ N/mm}^2$)

A_s on ruuvien jännityspinta-ala [mm^2] (M8 pultille $A_s = 36,6 \text{ mm}^2$)

Pulttiliitoksen voidaan todeta kestävän siihen kohdistettu kuormitus, sillä sekä kierreniitin että pultin kierteen kohdalle kohdistuva 1 729 N veto- ja puristusvoima on pienempi kuin kuin pultin kierteen kestävä 29 280 N tai kierreniitin kestävä 27 000 N suuruinen vetomurtokuorma.

Alumiinilevyn pintapaine ja leikkausjännitys

Kierreniitit on asennettu 2 mm:n paksuiseen 5754-alumiiniin, jonka murtolujuus R_m on vähintään 220 N/mm^2 ja joka on liimattu hiilkuitukoriin. Kierreniitin ja alumiinilevyn kosketuspinnan pinta-ala A voidaan laskea kierreniitin pullistuman halkaisijan ja kierreniitin rungon halkaisijan erotuksesta. M8-kierreniitille D on 14 mm ja d on 11 mm (kuva 5).



Kuva 5. Rivkle-kierreniitin ja alumiinilevyn asennus

Alumiiniin kohdistuvan pintapaineen p tulee olla alle sen murtolujuuden 220 N/mm^2 ja se voidaan laskea kaavalla 3 [7, s. 99]:

$$P = \frac{F_a}{A} = \frac{F_a}{\pi r_2^2 - \pi r_1^2} = \frac{1729 \text{ N}}{\pi (7 \text{ mm})^2 - \pi (5,5 \text{ mm})^2} = 29,4 \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

missä

F_a on yhteen kierreniittiin kohdistuva aksiaalivoima [N]

A on kierreniitin ja alumiinin kosketuspinta-ala [mm^2]

Kierreniitin alumiinilevyyn kohdistama leikkausvoima Q tässä liitoksessa on samansuuruinen kuin aksiaalivoima F_a eli 1 729 N. Kun materiaaliin kohdistuu leikkausvoimia, voidaan se kestävyyttä arvioida leikkausmurtolujuuden avulla. Leikkausmurtolujuus on

60 % materiaalin murtolujuudesta R_m eli alumiinille leikkausmurtolujuus on $0,6 * R_m = 0,6 * 220 \text{ N/mm}^2 = 132 \text{ N/mm}^2$ [8, s. 18; 10]. Kierreniitti pyrkii leikkautumaan alumiinista pitkin sylinterin muotoista vaippaa, jonka pinta-ala on $\pi * D * h$. Alumiiniin kierreniittiliitoksen kohdalle kohdistuva leikkausjännitys τ voidaan laskea kaavalla 4 [9, s. 68]:

$$\tau = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi * D * h} = \frac{1729 \text{ N}}{\pi * 14 \text{ mm} * 2 \text{ mm}} = 19,6 \text{ N/mm}^2 \quad (4)$$

missä

Q on leikkausvoima [N]

A on pinta-ala [mm^2]

D on kierreniitin pullistuman halkaisija [mm]

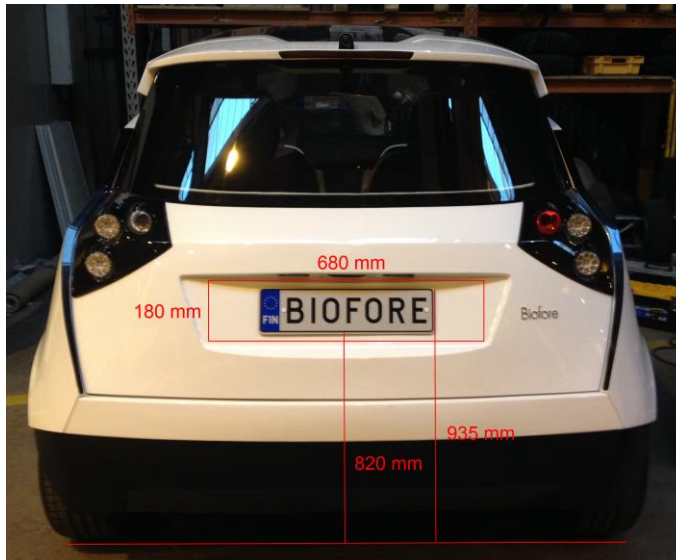
h on alumiinilevyn paksuus [mm]

Alumiiniin kohdistuvan leikkausjännityksen τ pitää siis olla alle alumiinin leikkausmurtolujuuden, joka on $0,6 * R_m = 0,6 * 220 \text{ N/mm}^2 = 132 \text{ N/mm}^2$. Leikkausjännityksen ollessa $19,6 \text{ N/mm}^2$ ja pintapaineen $29,4 \text{ N/mm}^2$ voidaan todeta alleajosuojan kiinnityspisteiden kestävän niihin kohdistuvat kuormitukset

3.3 Takarekisterikilven tila

Takarekisterikilven sijoittelu tarkistetaan E-tason mukaisesti yksittäishyväksynnän yhteydessä katsastusasemalla. Komission asetuksen 1003/2010 [11] mukaiset vaatimukset täyttyvät, kun rekisterikilvelle varattu asennustaso on vähintään 520 mm leveä ja 120 mm korkea tai vaihtoehtoisesti 340 mm leveä ja 240 mm korkea. Kilven alareunan on oltava vähintään 300 mm:n korkeudella maanpinnasta ja yläreuna saa olla enintään 1200 mm:n korkeudella. Rekisterikilven kallistus saa olla pystytasossa kilven ulkoreunojen suuntaisesti 30 astetta ulospäin ajoneuvon pituussuuntaisesta keskitasosta.

Kuvassa 6 näkyy rekisterikilven asettelu Biofore-konseptiautossa. Asennus- ja näkyvyysvaatimukset täyttyvät ja kilven kallistuskulma on 15 astetta. Takarekisterikilven asettelu tarkistetaan yksittäishyväksynnän yhteydessä silmämääräisesti.

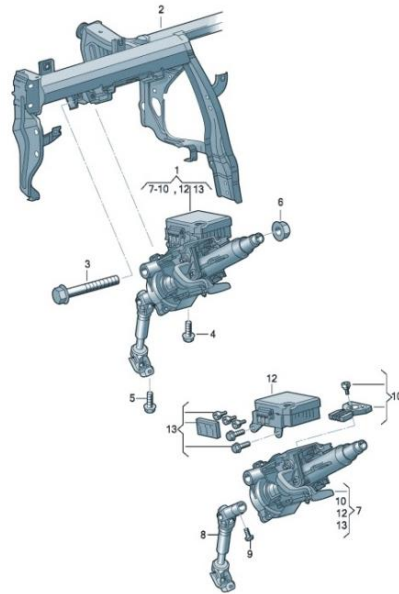


Kuva 6. Rekisterikilven asettelu

3.4 Ohjauslaite ja sen käyttäytyminen törmäyksessä

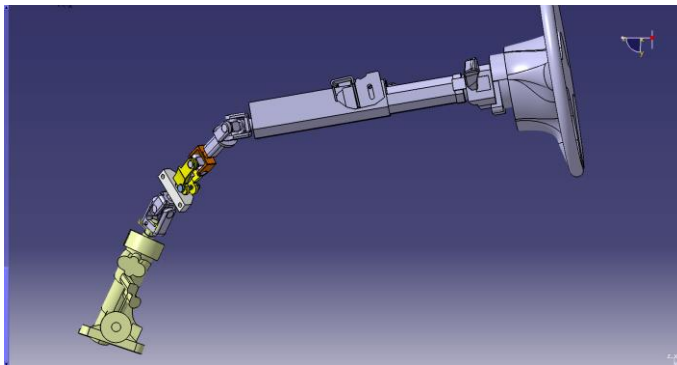
Ohjauslaitteen tulee täyttää direktiivin 70/311/ETY [12] mukaiset asennusvaatimukset ja sen kääntöympyrän pysyvyys ja ohjauksen keskitys tulee varmistaa direktiivin 70/311/ETY liitteen I kohdan 5.2.3 mukaisella testillä vähintään C-tason mukaisesti. Testissä ajoneuvolla on kyettävä tekemään 50 km/h nopeudella 50 m:n säteinen kaari ilman epätavallista tärinää. Lisäksi nopeuden ollessa vähintään 10 km/h tehdään kaarros renkaiden ollessa käännettynä noin puolet ääriasennosta, minkä jälkeen ohjauspyörä vapautetaan ja kääntöympyrän tulee joko pysyä samana tai kasvaa. Ohjauslaitteen rakenteesta ja asennuksesta tehty selvitys esitetään yksittäishyväksynnän yhteydessä ja ohjauslaitteen käyttäytyminen tarkistetaan myös samalla.

Biofore-konseptiautossa on tyyppihyväksytty Volkswagen Polon ohjauslaite (kuva 7), johon on lisätty yksi ohjausnivel Renault 5 -henkilöauton tyyppihyväksytystä ohjausakselista.



Kuva 7. Volkswagen Polon ohjauslaite

Kuvassa 8 on malli Biofore-konseptiauton ohjauslaitteesta, jossa keltaisella ja oranssilla näkyy lisätty Renaultin ohjausnivel. Nivelellä on muutettu ohjausakselin kulmaa jyrkemmäksi, mutta koska osa on tyyppihyväksytystä ohjausakselista, ei sen osalta vaadita muita osoituksia.

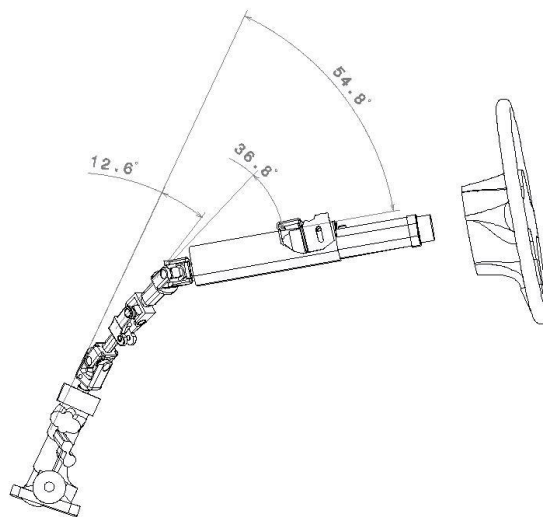


Kuva 8. Biofore-konseptiauton ohjaus

Ohjauslaitteen käyttäytyminen on varmistettu direktiivin liitteen I kohdan 5.2.3 mukaisella testillä. Testissä tehtiin 10 km/h nopeudessa kaarros, jossa ohjauspyörä on käännettynä noin puolet ääriasennostaan. Tämän jälkeen ohjauspyörä vapautettiin, ja kääntöympyrän kasvoi vaaditulla tavalla.

Ohjauslaitteen käyttäytyminen törmäyksessä tulee osoittaa myös C-tason mukaisesti ja sen tulee täyttää direktiivin 74/297/ETY [13] vaatimukset. Ohjauslaitteessa ei saa olla vaarallisia tai teräviä kulmia ja sen tulee painautua kasaan kuljettajan iskeytyessä ohjauspyörään. Direktiivissä ohjauslaitteelle on määritelty kaksi törmäystestiä, mutta koska yksittäishyväksynnän yhteydessä suoritettavat testit eivät saa olla rikkovia ja Biofore-konseptiauton ohjauslaite sisältää vain tyyppihyväksytyjä osia, riittää sen osalta osoitus vain asennuskulmista ja nivelmekanismin painumisesta. Ohjauslaitteen nivelmekanismi takaa ohjauslaitteen painumisen kasaan törmäystilanteessa, kunhan nivelskulmat ovat alkuperäisasennuksen kaltaiset tai jyrkemmät. Biofore-konseptiauton ohjausakselin ja ohjausvaihteen akselin välinen kulma on alkuperäistä asennusta jyrkempi (kuva 9), joten sen käyttäytyminen törmäyksessä täyttää edelleen vaatimukset.

Selvitys ohjauslaitteesta ja sen käyttäytymisestä törmäyksessä esitetään yksittäishyväksynnän yhteydessä.

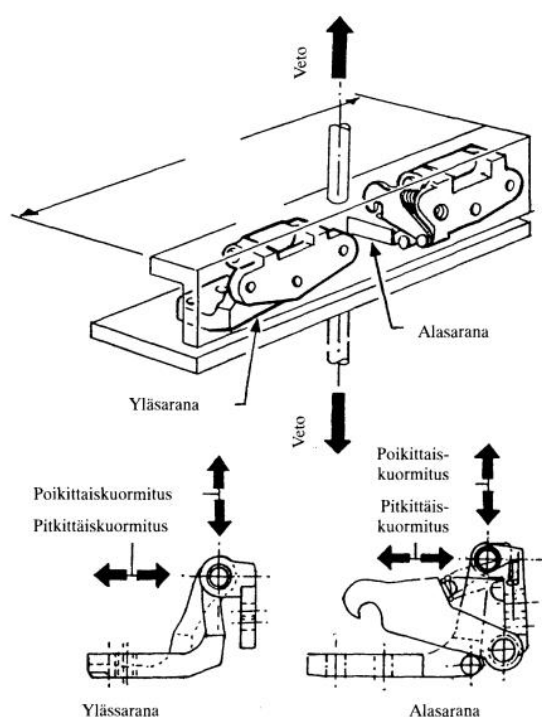


Kuva 9. Biofore-konseptiauton ohjauslaitteen nivelskulmat sivusta katsottuna

3.5 Ovien lukot ja saranat

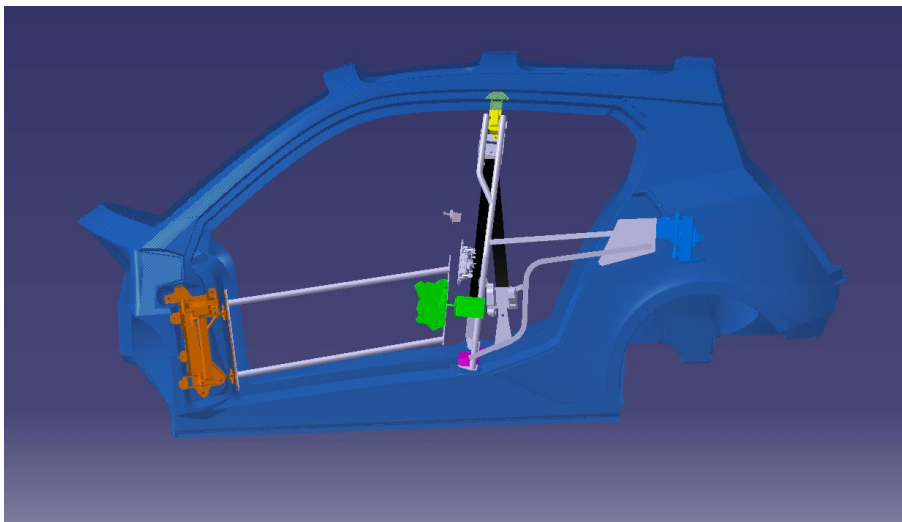
Direktiivi 70/387/ETY [14] määrittää, että ajoneuvon suunnittelun on oltavan sellainen, että ovia ja sisäänkäyntejä on helppo käyttää ja ne ovat täysin turvalliset. Lisäksi ovien lukkoja on voitava käyttää turvallisesti eivätkä ne saa avautua vahingossa.

Ajoneuvon kaikkien sivulle saranoitujen ovien lukkojen ja saranoiden tulee täyttää direktiivin 70/387/ETY liitteen II vaatimukset C-tason mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että saranoiden, salpojen ja iskurikoneistojen on kestävä täysin lukitussa asennossa 11 110 N ajoneuvon pitkittäis- ja 8 890 N poikittaissuuntainen staattinen kuormitus molempiin suuntiin. Tämän lisäksi iskurin on kestävä 890 N mekanismia avaava staattinen kuormitus. Tämä kuormitus on kohdistettava siten, ettei salpa kuormitu. Iskurilla tarkoitetaan tässä yhteydessä liikkumatonta osaa, johon salpamekanismi lukkiutuu. Saranamekanismiin kohdistetaan kuormitus kohtisuoraan saranatappien akseleihin nähden akseleiden tasossa (kuva 10).



Kuva 10. Saranoiden kuormituksen testauslaite

Kuvassa 11 on havainnollistettu sivuovien rakennetta, lukkoja sekä saranoita. Takaovi on saranoitu rungon takaosaan omavalmisteisella takasaranalla (kuvassa sininen). Takaoven lukitsee runkoon ylä- ja alalukko (kuvassa keltainen ja liila). Molempien lukkojen salpamekanismit ovat tyyppihyväksytyjä osia Ford Ranger -avopakettiautosta, mutta niiden iskurit ovat omavalmisteiset. Etuovi on saranoitu tyyppihyväksytyllä Mercedes Benzin tuplasaranalla ja etuovi lukkiutuu takaoveen Volkswagen Polon tyyppihyväksytyllä lukkomekanismilla.



Kuva 11. Sivuovien salvat ja saranat

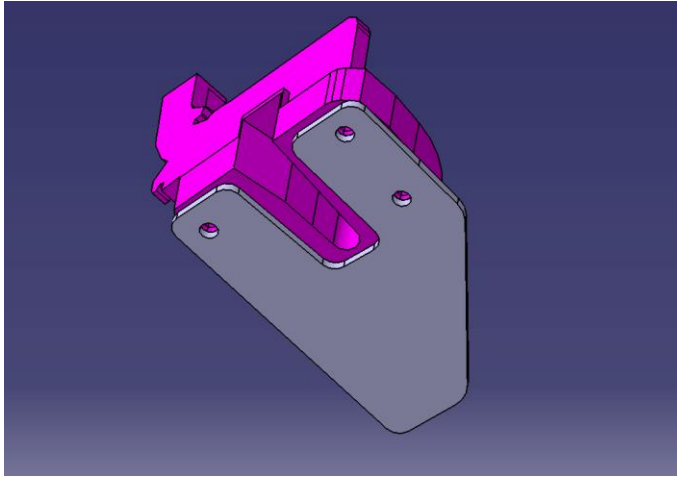
Omavalmisteisten osien kohdalta tarvitsee osoittaa lujuuslaskelmin niiden rakenteellinen kestävyys sekä kiinnityspisteiden lujuus. Etusaranan ja etuoven lukon osalta tarvitsee osoittaa vain kiinnityspisteiden lujuus niiden tyyppihyväksynnän vuoksi. Tyyppihyväksyntää voidaan tässä pitää riittävänä osoituksena osien kestävydestä, sillä ne on valittu saman kokoluokan henkilöautoista. Omavalmisteisten osien rakenteellista kestävyttä on arvioitu Catia Analysis -lujuusanalyysiohjelman avulla. Lujuuslaskelmat esitetään yksittäishyväksynnän yhteydessä.

3.5.1 Takaoven alalukko

Takaoven alalukko koostuu tyyppihyväksytystä Ford Rangerin salpamekanismista (kuva 12) ja omavalmisteisesta iskurista (kuva 13). Alalukon salpamekanismin osalta osoitetaan kiinnityspisteiden kestävyys. Takaovien lukkoihin kohdistuvat kuormitukset on jaettu puoliksi, sillä ovissa on kaksi lukkoa.

Salpamekanismi

Takaoven alalukon salpamekanismin kolmeen kiinnityspisteeseen kohdistuu ajoneuvon pitkittäissuuntainen 5 555 N ja poikittaissuuntainen 4 445 N leikkausvoima. Kiinnityksen vaatimuksenmukaisuus osoitetaan laskemalla kiinnityspultteihin kohdistuva leikkausjännitys sekä teräslevyyn kohdistuva reunapuristus.



Kuva 12. Takaoven alalukon salpamekanismi

Salpamekanismi on kiinnitetty oven runkoon 3 mm:n paksuiseen S355-teräslevyyn ajoneuvon vaakatasossa. Kiinnityspisteisiin kohdistuva maksimi leikkausvoima Q on tässä tapauksessa yhtä suuri kuin siihen kohdistettu maksimivoima 5 555 N pituus-suunnassa. Koska direktiivissä kiinnityspisteiden lujuuslaskelmien osalta ei ole annettu tarkempia määritelmiä voiman vaikutuspisteestä, voidaan pulttiliitosta tässä tilanteessa käsitellä symmetrisenä ruuviryhmänä ja jakaa koko ruuvikenttään kohdistuva voima ruuvien lukumäärällä [8, s. 219]. Tällöin yhteen ruuviliitokseen kolmen pultin ryhmässä kohdistetaan $5\,555\text{ N}/3$ eli 1 852 N suuruinen voima.

Pultin leikkausjännitys

Yhden pultin halkaisijaan kohdistuva leikkausvoima Q on sama kuin yhtä kiinnityspistettä kohden kuormitettu voima 1 852 N. Liitoksessa on käytetty M6 8.8 -lujuusluokan pultteja, joiden myötöraja R_e on 640 N/mm^2 ja jännityspinta-ala A_s on $17,9\text{ mm}^2$. Kun pulttiin kohdistuu leikkausvoimia, voidaan se kestävyyttä arvioida leikkausmyötölujuuden avulla. Leikkausmyötölujuus on 60 % materiaalin myötölujuudesta R_e eli lujuusluokan 8.8 pultille leikkausmyötölujuus on $0,6 * R_e = 0,6 * 640\text{ N/mm}^2 = 384\text{ N/mm}^2$ [8, s. 18; 10]. Pultin leikkausjännityksen tulee olla pienempi kuin sen leikkausmyötörajan.

Pultin halkaisijaa koskeva leikkausjännitys voidaan laskea kaavalla 4:

$$\tau = \frac{Q}{A_s} = \frac{1852\text{ N}}{17,9\text{ mm}^2} = 104\text{ N/mm}^2 \quad (4)$$

Teräslevyn reunapuristus

Lasketaan levyn reunaan kohdistuva reunapuristus p , joka on kuormitustiheyden keskimääräinen arvo ja jonka tulee olla S355-teräkselle annettua murtolujuusarvoa alhaisempi. S355-teräkselle annettu murtolujuus R_m on vähintään 510 N/mm^2 . Reunapuristus lasketaan kaavalla 5 [9, s. 69]:

$$p = \frac{F}{td} = \frac{1852 \text{ N}}{3 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm}} = 103 \text{ N/mm}^2 \quad (5)$$

missä

F on pultin levyyn kohdistama voima [N]

t on levyn paksuus [mm] (3 mm)

d on reiän halkaisija [mm] (6 mm)

Voidaan todeta pulttien kestävän niihin kohdistuvan leikkausjännityksen sekä kiinnityslevyn kestävän siihen kohdistuvat reunapuristukset.

Iskuri

Omavalmisteisen iskurin kiinnityspisteiden tulee kestää samat voimat kuin salpamekanismin eli ajoneuvon pitkittäissuuntainen $5\,555 \text{ N}$ ja poikittaissuuntainen $4\,445 \text{ N}$ leikkausvoima. Iskuri on kiinnitetty korissa oleviin alumiinilevyihin asennettuihin kierreniitteihin kahdella M8 8.8 -pultilla. Kierreniittien asennustapa esitetty kohdassa "Alleajosuojaa koskevat vaatimukset 3.2.2.". Osoitetaan iskurin kiinnityksen vaatimuksenmukaisuus laskemalla alumiinin kohdistuva reunapuristus sekä pultin kestävä leikkausjännitys. Yhteen kiinnityspisteeseen kohdistuu tässä tapauksessa enimmillään $2\,778 \text{ N}$ leikkausvoima. Lisäksi osoitetaan iskurin rakenteellinen kestävyys lujuusanalyysin avulla.

Alumiinilevyn reunapuristus

Lasketaan 5754-alumiinilevyyn kohdistuva reunapuristus p kaavalla 5 kuten aiemmin tässä luvussa. Pultin levyyn kohdistama voima F on $2\,778 \text{ N}$, M8-kierreniitin asennusreiän halkaisija d on 11 mm ja levyn paksuus 2 mm . Alumiinin murtolujuus R_m on vähintään 220 N/mm^2 , ja reunapuristuksen arvo ei saa ylittää sitä.

$$p = \frac{F}{td} = \frac{2778N}{2mm \cdot 11mm} = 126N/mm^2 \quad (5)$$

Pultin leikkausjännitys

Pultin leikkausjännitys τ voidaan laskea kaavalla 4 kuten aiemmin tässä luvussa. Kierreniitin kohdistuva leikkausvoima Q on 2 778 N ja M8-kierreniitin jännityspinta-ala A_s on 36,6 mm. Pultin leikkausjännitys tulee olla pienempi kuin sen leikkausmyötörajan 384 N/mm².

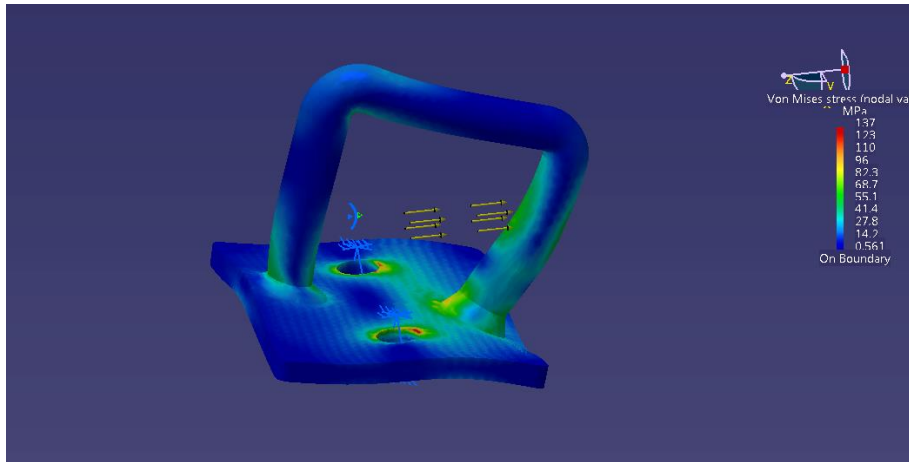
$$\tau = \frac{Q}{A_s} = \frac{2778N}{36,6mm^2} = 75,9N/mm^2 \quad (4)$$

Voidaan todeta, että alumiini kestää vaatimuksen mukaan siihen kohdistuvan reunapuristuksen ja pultin materiaali kestää siihen kohdistuvan leikkausjännityksen.

Iskurin rakenne

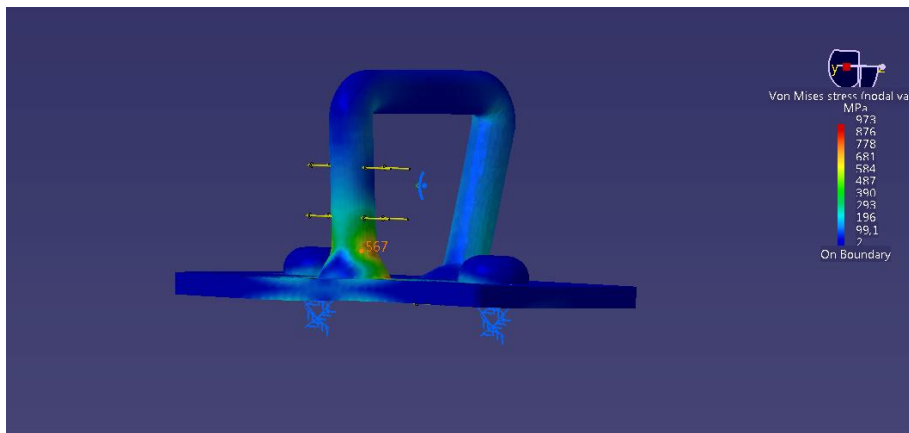
Iskurin omavalmisteisuuden takia tulee osoittaa, että se kestää pitkittäissuuntaisen 5 555 N ja poikittaissuuntaisen 4 445 N voiman sekä pelkästään iskuriin kohdistuvan 890 N mekanismia avaavan voiman. Iskuriin tehtiin 3D-malli ja sen rakenteen kestävyttä simuloitiin Catia Analysis -lujuusanalyysin avulla. S420-rakenneteräksestä valmistetun iskurin murtolujuutena R_m voidaan pitää 590 N/mm², joten kuormitusten iskuriin aiheuttamien jännitysten on oltava tätä pienempiä.

Iskuriin kohdistuva mekanismia avaava staattinen 890 N voima kohdistetaan kohdittuun avaussuunnan mukaisesti. Mallissa on huomioitu 6 mm:n paksuinen salvan kieli, joka kiinnittyy iskurikoneistoon ja avaava voima kohdistetaan siihen. Suurimmat rasitukset muodostuvat salvan kielen kiinnityskohdan yläpuolelle (kuva 13). Muodostuneet 120 N/mm² suuruiset jännitykset ovat materiaalin murtolujuuteen nähden hyvin pieniä.



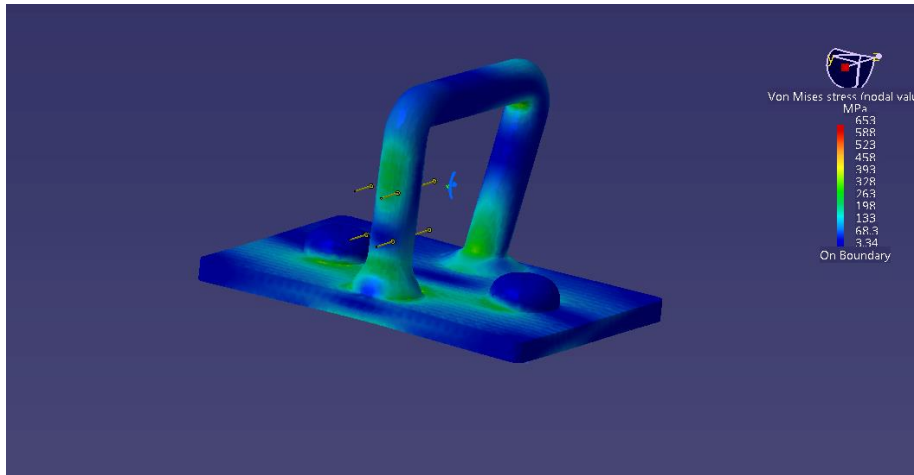
Kuva 13. Lukkomekanismia avaava 890 N voima

Pitkittäiskuormitusta kuvaavassa mallissa (kuva 14) 5 555 N voima kohdistetaan koko salpamekanismiin koskevalle 25 mm korkealle alueelle iskurissa. Suurimmat 567 N/mm^2 suuruiset jännitykset kohdistuvat juuri salpamekanismin ja hitsisauman rajalle, mutta koska iskurin materiaalin murtolujuus on vähintään 590 N/mm^2 , voidaan rakennetta pitää riittävän kestävä.

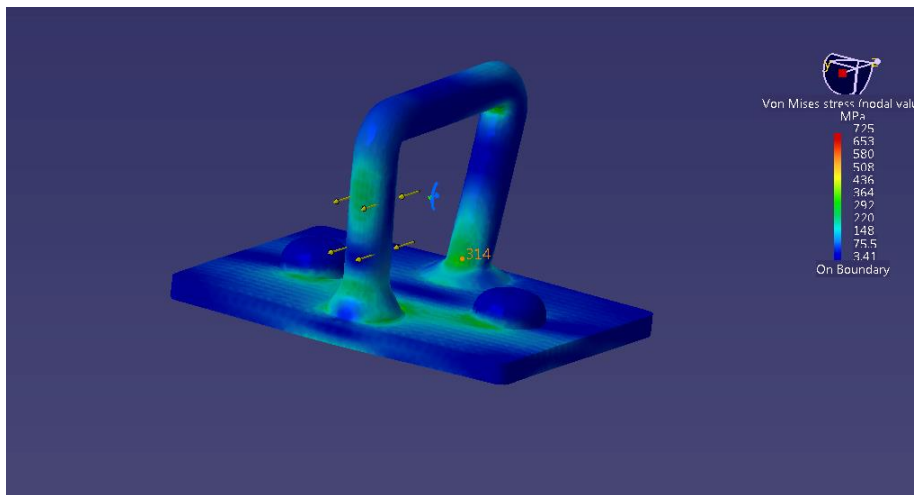


Kuva 14. Pitkittäinen voima 5 555 N

Poikittaiskuormitusta kuvaavissa malleissa (kuvat 15 ja 16) 4 445 N voima kohdistetaan myös koko salpamekanismin 25 mm:n korkeudelle ja silloin suurimmat muodostuneet jännitykset ovat suuruudeltaan 314 N/mm^2 . Poikittainen kuormitus simuloidaan molempiin suuntiin, sillä iskuri ei ole symmetrinen tämän suunnan suhteen.



Kuva 15. Poikittainen voima 4 445 N suunta 1



Kuva 16. Poikittainen voima 4 445 N suunta 2

3.5.2 Takaoven ylälukon salpa

Salpa

Takaoven ylälukon tyyppihyväksytty salpamekanismi on kiinnitetty oven runkoon 3 mm:n paksuiseen S355-teräslevyyn kohtisuorassa ajoneuvon poikittaissuuntaan nähdessä kolmella M6 8.8 -pultilla (kuva 17). Näin ollen pitkittäissuuntainen leikkausvoiman aiheuttama rasitus liitokselle on laskettavissa samalla tavoin kuin takaoven alalukolle kohdassa 3.5.1. Koska kiinnityspisteitä on lukumäärältään saman verran, voidaan todeta ylälukon salpamekanismin liitoksen kestävänsä pitkittäissuuntaisen voiman aiheuttamat rasitukset. Osoitetaan kuitenkin vielä poikittaissuuntaan kohdistetun voiman aiheuttamat vetomurtokuormat pulteille sekä teräslevyyn kohdistuva pintapaine ja leikkausvoima.

Pultin vetomurtolujuus

Poikittaissuuntaan salpamekanismin kiinnityspisteisiin kohdistuu vetävä 4 445 N voima. Yhteensä kiinnityspisteeseen kohdistuu siis 1 482 N voima. M6 8.8 -pulttiliitokselle vetomurtolujuus voidaan laskea kaavalla 2. Pultin materiaalin murtolujuus $R_m = 800 \text{ N/mm}^2$.

$$F_{sg} = A_s * R_m = 17,9 \text{ mm}^2 * 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 14320 \text{ N} \quad (2)$$

Teräslevyn pintapaine ja leikkausjännitys

Pultin kanta tukeutuu teräslevyyn pinta-alalla, joka on säännöllisen kuusikulmion pinta-ala ja pultin halkaisijan erotus ja se voidaan laskea kaavasta 6:

$$A = \frac{3\sqrt{3}}{2} * a^2 - \pi r^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} * (5,77 \text{ mm})^2 - \pi * 3^2 = 58,3 \text{ mm}^2 \quad (6)$$

missä

a on kuusikulmion sivun pituus [mm] (M6-mutterille: $5 \text{ mm} / (\sin 60^\circ) = 5,77 \text{ mm}$)

r on pultin säde [mm].

Pultin kannan 3 mm paksuun teräslevyyn kohdistama pintapaine voidaan laskea kaavalla 3. S355-teräkselle annettu murtolujuus on vähintään 510 N/mm² ja pintapaine ei saa ylittää tätä arvoa.

$$P = \frac{F_a}{A} = \frac{F_a}{A} = \frac{1482 \text{ N}}{58,3 \text{ mm}^2} = 25,4 \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

Teräslevy pyrkii leikkautumaan leikkausvoimalla 1 482 N pitkin pultin kannan muotoa, jonka pinta-ala voidaan laskea kaavan 7 mukaan:

$$A_k = 6 * a * h = 6 * 5,77 \text{ mm} * 3 \text{ mm} = 103,86 \text{ mm}^2 \quad (7)$$

missä

a on kuusikulmion sivun pituus [mm] (5,77 mm)

h on teräslevyn paksuus [mm] (3 mm).

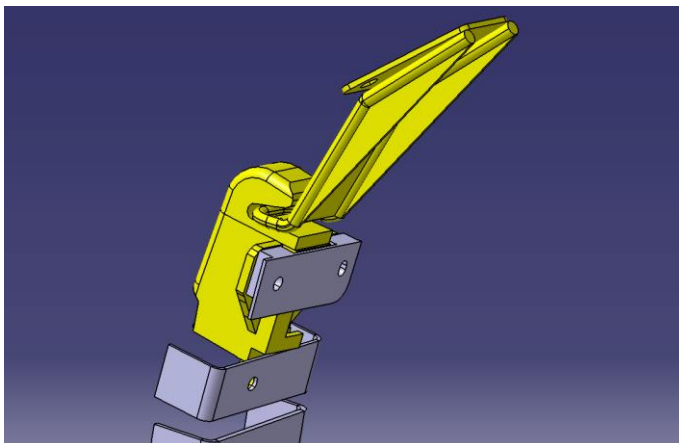
Teräslevyn leikkausjännityksen tulee olla pienempi kuin sen leikkausmurtorajan 306 N/mm² ja se voidaan laskea kaavalla 4:

$$\tau = \frac{Q}{A_k} = \frac{1481,7}{103,86 \text{ mm}^2} = 14,26 \text{ N/mm}^2 \quad (4)$$

Teräslevyyn kohdistuva pintapaine ja leikkausjännitys ovat pienempiä kuin materiaalin murtolujuus, joten liitoksen voidaan todeta kestävän siihen kohdistetut rasitukset

Iskuri

Iskurin neljä kiinnityspistettä ovat 34 asteen kulmassa vaakatasoon nähden (kuva 18). Kiinnityspisteet on toteutettu rungon alumiini-insertteihin asennetuilla kierreniiteillä ja iskuri on kiinni kierreniiteissä neljällä M8 8.8 -pultilla.



Kuva 17. Takaoven ylälukon salpamekanismi

Pituussuuntainen leikkausvoima yhteen rungon kiinnityspisteeseen on yhtä suuri kuin takaoven alalukon iskuriin (kappale 3.5.1), jonka kiinnityspisteet rungossa ovat samantyyppiset. Ylälukon iskurissa on 2 kiinnityspistettä enemmän kuin alalukon, joten voidaan todeta kiinnityksen olevan riittävä pituussuuntaisen kuormituksen osalta.

Poikittaissuuntaisesti kiinnityspisteisiin kohdistuva voima on kierreniittä ja pulttia ulospäin vetävä voima. Koska direktiivissä kiinnityspisteiden lujuuslaskelmien osalta ei ole annettu tarkempia määritelmiä voiman vaikutuspisteestä, voidaan yksinkertaistaa mallia ja laskea kiinnityspisteisiin kohdistuva vetovoima jakamalla poikittaissuuntainen 4 445 N voima sen komponentteihin. Kiinnityspisteiden kestävyys osoitetaan laskemalla alumiiniin kohdistuva pintapaine ja leikkausvoima sekä pulttien ja kierreniittien kestävyys kuormituksessa.

Iskurin kiinnityspinta on 34 asteen kulmassa vaakatasoon nähden, joten vetävä kohdistusuoraan kiinnityspisteisiin kohdistuva voima F voidaan laskea $F = \cos 34^\circ * 4445 \text{ N} = 3685 \text{ N}$. Yhteen kiinnityspisteeseen kohdistuva aksiaalivoima on siis $3685 \text{ N} / 4 = 921 \text{ N}$.

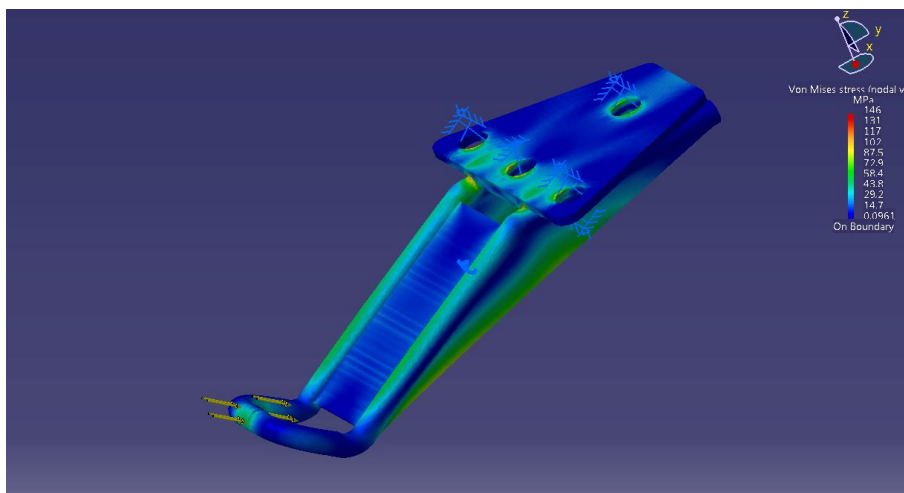
Alleajosuojan vaatimuksia käsittelevässä kappaleessa 3.2.2 on osoitettu M8 8.8 -pulttien ja kierreniittien kestävän vähintään 27 000 N vetomurtokuorman, joten 3 685 N suuruisella voimalla F kuormitettu iskurin kiinnityksen pulttiliitos on riittävä. Kierreniitti on asennettu alumiinilevyyn, johon kohdistuu kierreniitin 921 N suuruisen aksiaalivoiman kohdistama reunapuristus sekä leikkausjännitys. Alleajosuojan vaatimuksia käsittelevässä kappaleessa 3.2.2 on laskettu myös alumiinilevyyn kohdistuvat samansuun-

taiset kuormitukset 1 726 N aksiaalivoimalla yhtä M8-kierreniittiä kohden. Näin voidaan todeta iskurin kiinnityksen olevan riittävä.

Rakenne

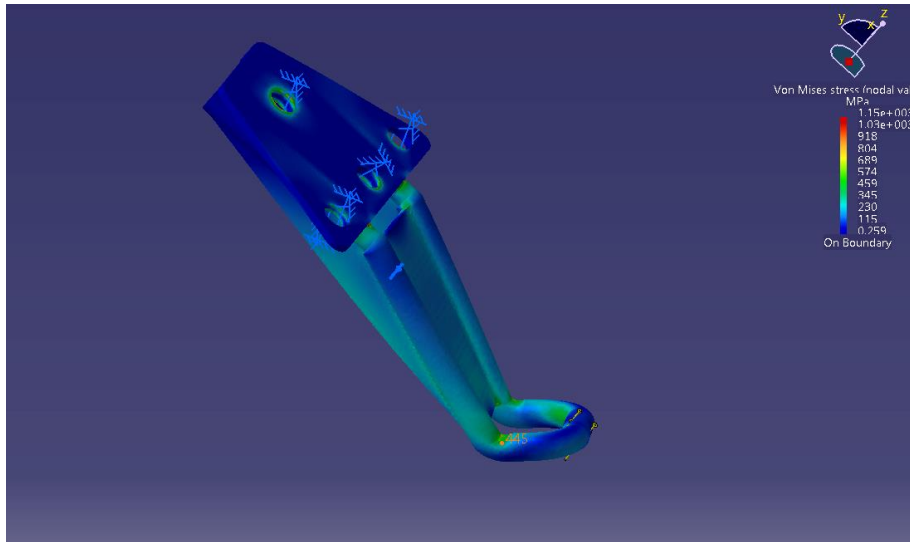
Omavalmisteisuuden takia osoitetaan myös, että iskuri kestää rakenteeltaan pitkittäis-suuntaisen 5 555 N ja poikittaissuuntaisen 4 445 N voiman sekä pelkästään iskuriin kohdistuva 890 N mekanismia avaavan voiman. Iskuriin tehdyn 3D-mallin rakenteen kestävyyttä simuloitiin Catia Analysis -lujuusanalyysin avulla. S420-rakenneteräksestä tehdyn iskurin murtolujuutena R_m voidaan pitää 590 N/mm^2 .

Iskuriin kohdistuva mekanismia avaava staattinen 890 N voima kohdistetaan koh-tisuoraan avaussuunnan mukaisesti. Mallissa on huomioitu 6 mm:n paksuinen salvan kieli, joka kiinnittyy iskurikoneistoon, ja avaava voima kohdistetaan siihen. Suurimmat salvan tankorakenteen ja kiinnityslaipan rajapintoihin muodostuneet rasitukset (kuva 18) ovat materiaalin murtolujuuteen nähden hyvin pieniä vain 100 N/mm^2 suuruisia.



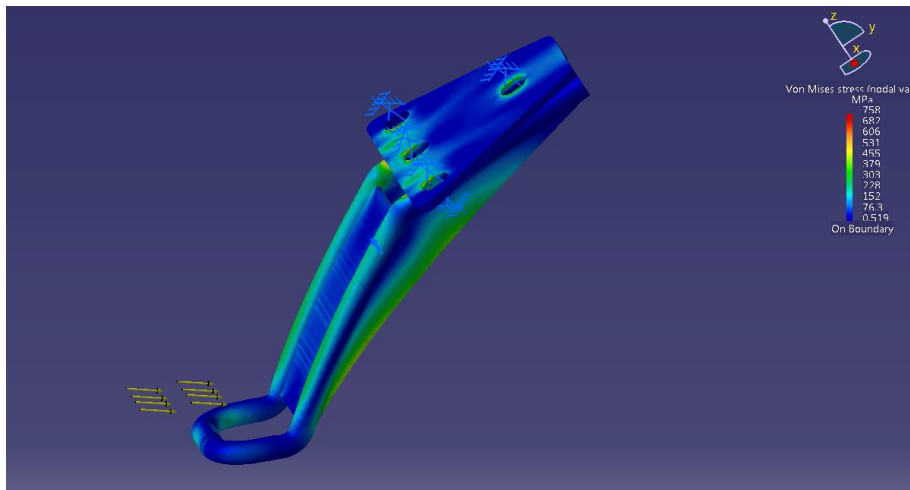
Kuva 18. Lukkomekanismia avaava 890 N voima

Pitkittäiskuormitusta kuvaavassa mallissa (kuva 19) 5 555 N voima kohdistetaan sal-pamekanismin koko 33 mm leveälle alueelle iskurissa. Suurimmat rasitukset 445 N/mm^2 kohdistuvat iskurin tankorakenteen ohuimpaan kohtaan.

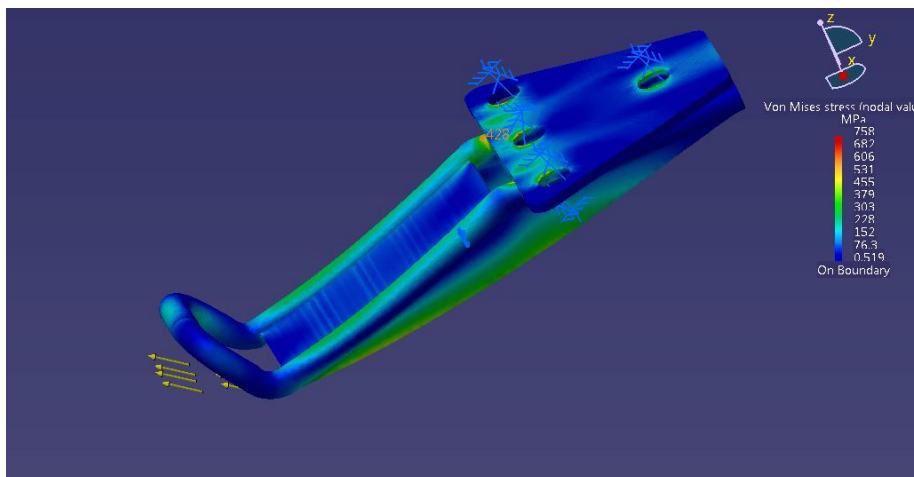


Kuva 19. Pitkittäinen voima 5 555 N

Poikittaiskuormitusta kuvaavassa mallissa 4 445 N voima kohdistetaan myös koko salpamekanismin 33 mm:n leveydelle ja silloin suurimmat rasitukset jäävät 430 N/mm^2 tasolle. Poikittainen kuormitus simuloidaan molempiin suuntiin (kuvat 20 ja 21), sillä iskuri ei ole symmetrinen tämän suunnan suhteen.



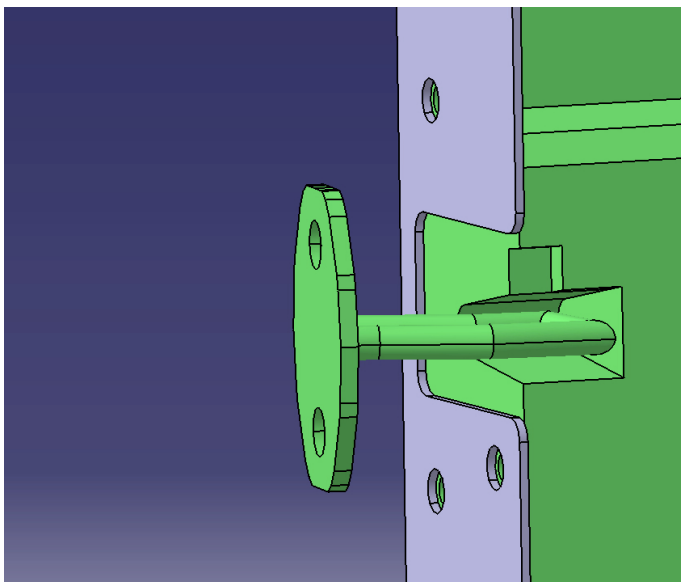
Kuva 20. Poikittainen voima 4 445 N suunta 1



Kuva 21. Poikittainen voima 4 445 N suunta 2

3.5.3 Etuoven lukon salpa

Etuoven lukitseva salpa (kuva 22) on tyyppihyväksytty salpa Volkswagen Polo - henkilöautosta. Kestävyys tarvitsee siis osoittaa vain kiinnityspisteiden osalta. Etuoven iskuri on kiinni rungon alumiiniin asennetuissa kierreniiteissä kahdella M8 8.8 -pultilla ja salpa 3 mm:n paksuisessa S355-teräslevyssä kolmella M6 8.8 -pultilla.



Kuva 22. Etuoven lukko

Salpa

Salpamekanismin kolmeen kiinnityspisteeseen kohdistuu vetävä pitkittäissuuntainen 11 110 N voima ja yhteen kiinnityspisteeseen kohdistuu siis 3 703 N suuruinen voima. Samanlaiselle pulttiliitokselle on laskettu vetomurtolujuus takaoven ylälukon asennusta käsittelevässä kohdassa 3.5.2. ja yksi pultti kestää 14 320 N vetävää voimaa. Teräslevyyn kohdistuva pintapaine ja leikkausvoima lasketaan samoin, kuten takaoven ylälukkoa käsittelevässä kohdassa 3.5.2. Pultin kannan ja teräslevyn kosketuspinnan pinta-ala saadaan kaavalla 6:

$$A = \frac{3\sqrt{3}}{2} * (7,51mm)^2 - \pi * 3^2 = 118,1mm^2 \quad (6)$$

Teräslevyn pintapaine ja leikkausjännitys

Teräslevyyn kohdistuvan pintapaineen tulee olla alle teräksen vetomurtolujuuden 510 N/mm² ja se voidaan laskea kaavalla 3:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{3703 \text{ N}}{118,1mm^2} = 31,35N/mm^2 \quad (3)$$

Teräslevy pyrkii leikkautumaan leikkausvoimalla 3 703 N pultin kannan kosketuspinnan muotoiselta alueelta, jonka pinta-ala lasketaan kaavalla 7:

$$A_k = 6 * a * h = 6 * 7,51mm * 3mm = 135,18mm^2 \quad (7)$$

Teräslevyn leikkausjännityksen tulee olla pienempi kuin levyn leikkausmurtolujuuden 306 N/mm² ja se lasketaan kaavalla 4:

$$\tau = \frac{Q}{A} = \frac{3703 \text{ N}}{135,2mm^2} = 27,4N/mm^2 \quad (4)$$

Voidaan todeta teräslevyyn kestävän siihen kohdistuvan leikkausjännityksen ja pintapaineen sekä pulttien kestävän niihin kohdistuva rasitus.

Poikittaissuuntaan yhteen kiinnityspisteeseen kohdistuva leikkausvoima Q on levyyn kohdistuva 8 890 N voima jaettuna kiinnityspisteiden lukumäärällä eli 2 963 N. Liitoksessa on käytetty M6 8.8 -lujuusluokan pultteja, joiden leikkausmyötöraja on

384 N/mm² ja pultin jännityspinta-ala A_s on 17,9 mm². Liitoksen kestävyys osoitetaan laskemalla pulttiin kohdistuva leikkausjännitys ja teräslevyyn kohdistuva reunapuristus.

Pultin leikkausjännitys

Leikkausjännityksen tulee olla pienempi kuin pultin leikkausmyötörajan 384 N/mm² ja se voidaan laskea kaavalla 4:

$$\tau = \frac{Q}{A_s} = \frac{2963 \text{ N}}{17,9 \text{ mm}^2} = 165,6 \text{ N/mm}^2 \quad (4)$$

Teräslevyn reunapuristus

Lasketaan levyn reunaan kohdistuva reunapuristus p . Reunapuristuksen pitää olla pienempi kuin teräksen murtolujuuden 510 N/mm² ja se voidaan laskea kaavalla 3:

$$p = \frac{2963 \text{ N}}{3 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm}} = 164,6 \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

Voidaan todeta 3 mm paksun teräslevyn kestävänsä salpamekanismiin kohdistettu maksimi leikkausvoima sekä pulttiliitoksen mitoituksen olevan riittävä.

Iskuri

Iskuriin kohdistuvat samat voimat kuin salpaan, mutta kiinnityspultteina on käytetty kah-
ta M8 8.8 -pulttia ja iskurin kiinnitys runkoon on toteutettu alumiiniin asennetuilla kier-
reniiteillä.

Alleajosuojaa käsittelevässä kohdassa 3.2.2 on osoitettu yhden samanlaisen liitoksen kestävänsä 6 916 N vetävän voiman, joten voidaan todeta pitkittäissuuntaisen kiinnityk-
sen olevan asianmukainen.

Poikittainen 8 890 N leikkaava voima aiheuttaa iskurin yhteen kiinnityspisteeseen 4 445 N suuruisen leikkausvoiman. Lasketaan alumiinilevyyn kohdistuva reunapuristus ja yhdelle pultille kohdistuvan 4 445 N suuruisen leikkausvoiman aiheuttama leikkausjännitys. Alumiinin reunapuristuksen tulee olla pienempi kuin sen murtolujuus 220 N/mm² ja pultin leikkausjännityksen pienempi kuin sen leikkausmyötörajan 384 N/mm².

M8 kierreniitin asennushalkaisija d on 11 mm ja M8-pultin jännityspinta-ala A_s on 36,6 mm². Reunapuristus voidaan laskea kaavalla 5 ja leikkausjännitys kaavalla 4:

$$\text{Reunapuristus } p = \frac{F}{td} = \frac{4445N}{2mm \cdot 11mm} = 202,1N/mm^2, \quad (5)$$

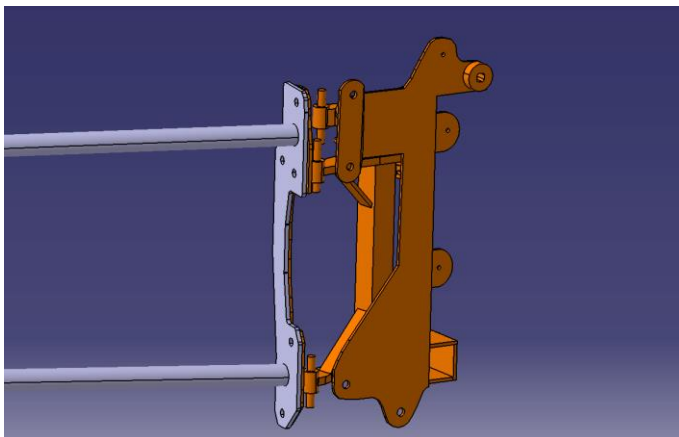
$$\text{Leikkausjännitys } \tau = \frac{Q}{A_s} = \frac{4445N}{36,6mm^2} = 121,5N/mm^2 \quad (4)$$

Voidaan todeta alumiinin kestävän siihen kohdistuvan reunapuristuksen sekä pulttien kestävän niihin kohdistuvan leikkausjännityksen.

3.5.4 Etusarana

Saranamekanismien on kestettävä oven paino sekä 11 110 N pitkittäiskuormitus ja 8 890 N poikittaiskuormitus molempiin suuntiin. Tyyppihyväksytty etusarana (kuva 23) on kiinnitetty runkoon ja oveen M8 8.8 -pulteilla, jotka on kiinnitetty rungon alumiini-insertteihin asennettuihin kierreniitteihin. Lasketaan kiinnityspisteiden kuormitukset vain oven puoleisen kiinnityksen (5 kiinnityspistettä) osalta, sillä kiinnityspisteet ovat rungon puolella samanlaiset, mutta kiinnityspisteitä on enemmän. Alleajosuojaa käsittelevässä kohdassa 3.2.2 on todettu samanlaisen liitoksen kestävän yhteen kiinnityspisteeseen kohdistetun 3 458 N suuruisen vetävän voiman. Etusaranan yhteen kiinnityspisteeseen kohdistuu enintään 2 222 N suuruinen vetävä voima, joten voidaan todeta kiinnityksen olevan riittävä.

Etuoven lukkoa käsittelevässä kappaleessa 3.5.3 on laskettu samanlaisen kierreniittiliitoksen kestävän 4 445 N leikkausvoiman kahden kiinnityspisteiden osalta. Voidaan todeta, että etusaranan kiinnityspisteet kestävät 8 890 N poikittaiskuormituksen aiheuttaman vetävän voiman molempiin suuntiin.

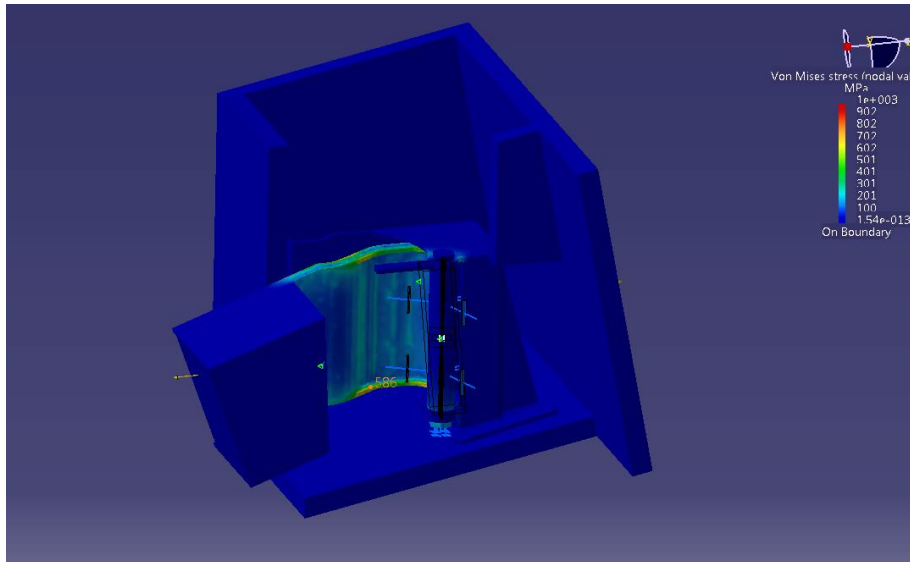


Kuva 23. Etusarana

3.5.5 Takasarana

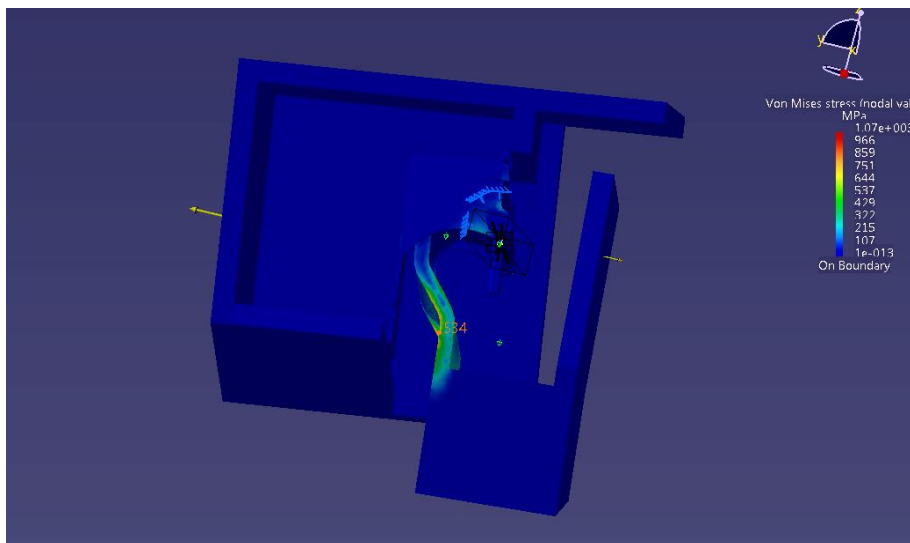
Takasaranan kiinnityspisteiden on kestävä samat kuormitukset kuin etusaranan sekä tämän lisäksi rakenteellinen kuormitus, jossa saranamekanismiin kohdistetaan pitkitäis- ja poikittaissuuntaiset kuormitukset kohtisuoraan saranatappien akseleihin nähden oven ollessa täysin lukitussa asennossa (kuva 10). Koska yksittäishyväksytylle ajoneuvolle ei voida suorittaa mitään rikkovia testejä, on takasarasta tehdyn 3D-mallin ympärille mallinnettu direktiivin kuormitustestin mukainen kotelo. Kotelo mahdollistaa kuormituksen kohdistamisen kohtisuoraan saranatappiakseliin.

Catia Analysis -lujuusanalyysin avulla määritettiin alumiinisen saranarungon ja teräksisen saranan käden jännitykset kun saranaa kuormitettiin pitkittäissuuntaan 11 110 N suuruisella voimalla (kuva 24). Alumiininen saranarunko on taivutettu ja hitsattu 4 mm paksusta 6082-alumiinista, jonka murtolujuutena R_m voidaan pitää 300 N/mm². Teräksinen saranan käsi on taivutettu ja hitsattu 3 mm paksusta S420-teräksestä, jonka murtolujuutena R_m voidaan pitää 510 N/mm². Osat on saranoitu öljypronssilaakereilla M10 8.8 -pultin välityksellä yhteen. Alumiininen kotelorakenne on tuettu runkoon kolmelta sivulta, joten kuormittaessa saranaa nähtiin hyvin selvästi suurimpien jännityksien muodostuminen saranan käteen. Tämä oli tiedossa jo ennen tätä lujuusanalyysiä, sillä käytettäessä vain yhtä saranaa, kuormittaa oven paino saranaa merkittävästi enemmän kuin käytettäessä kahta saranaa.



Kuva 24. Takasaranan pitkittäinen 11 110 N kuormitus

Poikittaissuuntainen kuormitus (kuva 25) kuormitti sekin saranan teräksistä kättä selkeästi eniten, mutta myös saranatapin holkin kohdalle muodostui merkittävä kuormitus.



Kuva 25. Takasaranan poikittainen 8 890 N kuormitus

Pitkittäissuuntaan kohdistettu 11 110 N voima aiheuttaa leikkausvoiman alumiinisen saranakotelon kuudelle rungon kierreniitteihin kohdistetulle kiinnityspisteelle. Neljälle oven 3 mm paksuun teräslevyyn kiinnitetylle saranan käden kiinnityspisteelle aiheutuu leikkausvoima. Poikittaissuuntainen 8 890 N suuruinen voima aiheuttaa lisäksi oven kiinnityspisteille leikkausvoiman.

Runkoon kiinnittyvät 4 M8 8.8 -pulttia on kiinnitetty kuten etuoven lukkoa käsittelevässä kappaleessa 3.5.3, jossa on laskettu samanlaisen kierreniittiliitoksen kestävän 4 445 N leikkausvoiman kahden kiinnityspisteen osalta. Näin voidaan todeta viiden samanlaisen kiinnityspisteen kestävän niihin yhteensä kohdistetun 11 110 N suuruisen leikkausvoiman aiheuttamat jännitykset.

Oven kiinnityspisteiden osalta lasketaan 11 110 N suuruisen pitkittäinen leikkausvoiman ja 8 890 N suuruisen vetovoiman aiheuttama kuormitus M8 8.8 -pulttiliitoksille, jotka on kiinnitetty 3 mm paksuun S355-teräkseen.

Pitkittäinen kuormitus

Koska direktiivissä kiinnityspisteiden lujuuslaskelmien osalta ei ole annettu tarkempia määritelmiä voiman vaikutuspisteestä, voidaan pulttiliitosta tässä tilanteessa käsitellä symmetrisenä ruuviryhmänä ja jakaa koko ruuvikenttään kohdistuva voima ruuvien lukumäärällä. [8, s. 219]. Saranan oven puoleista kiinnityspistettä kuormitetaan siis yhtä kiinnityspistettä kohden $11\,110\text{ N} / 4 = 2\,778\text{ N}$ suuruisella voimalla.

Pultin leikkausjännitys

Yhden pultin halkaisijaan kohdistuva maksimi leikkausvoima Q on sama kuin yhtä kiinnityspistettä kohden kuormitettu voima $2\,778\text{ N}$. Liitoksessa on käytetty M8 8.8 -lujuusluokan pultteja, joiden myötöraja R_e on 640 N/mm^2 ja jännityspinta-ala A_s on $36,6\text{ mm}^2$.

Pultin halkaisijaa koskeva leikkausjännitys tulee olla pienempi kuin pultin materiaalin leikkausmyötölujuus 384 N/mm^2 ja se voidaan laskea kaavalla 4:

$$\tau = \frac{Q}{A_s} = \frac{2778\text{ N}}{36,6\text{ mm}^2} = 75,9\text{ N/mm}^2 \quad (4)$$

Levyn reunapuristus

Lasketaan teräslevyn reunaan kohdistuva reunapuristus, jonka tulee olla S355-teräkselle annettua murtolujuus arvoa 510 N/mm^2 pienempi, kaavalla 5:

$$p = \frac{F}{td} = \frac{2778 \text{ N}}{3\text{mm} \cdot 8\text{mm}} = 154,3 \text{ N/mm}^2 \quad (5)$$

Voidaan todeta pulttien kestävän niihin kohdistuvan leikkausjännityksen sekä kiinnityslevyn kestävän siihen kohdistuvat reunapuristukset.

3.6 Äänimerkinantolaite

Äänimerkinantolaitteen vaatimukset on määritellyt direktiivissä 70/338/ETY [15] ja sen vaatimukset tulee soittaa B-tason mukaan. Laite tulee asentaa ajoneuvon tukevaan osaan, kuten runkoon. Äänimerkinantolaitteelle tulee suorittaa testi, jossa mitataan laitteen äänentuottoa. Suurin äänenvoimakkuus tulee ylittää 93 dB:n rajan kun mittaus suoritetaan seitsemän metrin päästä ja 0,5 - 1,5 m:n korkeudella.

Biofore-konseptiautoon on asennettu tyyppihyväksytty Volkswagen äänimerkinantolaite ja se on asennettu eturunkoon. Valmistaja voisi suorittaa äänimerkinantolaitteen testin itse, mutta koska sopivaa mittalaitetta ei ollut, suoritetaan mittaus yksittäishyväksynnän yhteydessä katsastusasemalla

3.7 Epäsuoran näkemisen laitteet

Yksittäishyväksyttyä M₁-luokan ajoneuvoa koskee peilien ja muiden epäsuoran näkemisen laitteiden osalta direktiivin 2003/97/ETY [16] liitteen III mukaiset asennusvaatimukset sekä lisäksi kaikkien peilin osien tulee olla tyyppihyväksyttäjä. Koska Biofore-konseptiautossa on omavalmisteiset peilit, haetaan niiden osalta tyyppihyväksynnän puuttumisesta poikkeuslupa Trafilta ja muiden vaatimusten täyttymisen osalta tehdään C-tason selvitys, joka esitetään yksittäishyväksynnän yhteydessä.

Yleisenä vaatimuksena ulkoisille taustapeileille esitetään hyvä havainnointikyky kun nopeus on 80 % ajoneuvon maksiminopeudesta, mutta ei kuitenkaan yli 150 km/h. Kotelosta ulkonevan peilin on palauduttava takaisin koteloon rikkoutumatta, kun siihen kohdistetaan 50 N voima. Tämä todetaan omavalmisteisen ajoneuvon osalta yksittäishyväksynnän yhteydessä, eikä näin ollen erillistä testiä tarvita.

Kuljettajan puoleinen ulkoinen taustapeili tulee olla säädettävissä sisältä käsin. Koska Biofore-konseptiauton ikkunat eivät ole avautuvia, toteutettiin peilien säätö sähköisesti. Peilien pintojen tulee olla muotoiltu siten, että kaikkiin suuntiin ulkonevat osat ovat varustettu vähintään 2,5 mm:n säteisellä pyöristyksellä. Peilien heijastava pinta ei täyttänyt näitä vaatimuksia (kuva 26), joten peilin reunat on suojattu tiivistenauhalla.



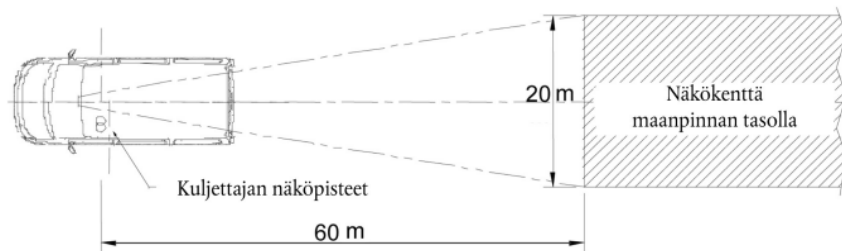
Kuva 26. Sivupeilien terävät reunat

Taulukossa 1 on esitetty direktiivin vaatimat peilit M₁ ajoneuvoluokalle.

Taulukko 1. Pakolliset ja sallitut peilit M1 ajoneuvoluokalle

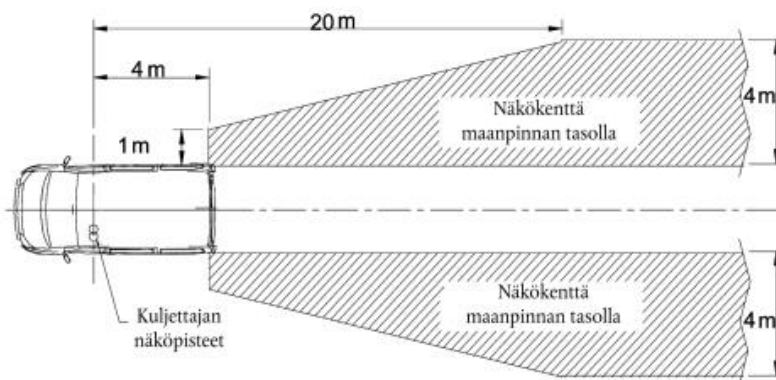
Ajoneuvoluokka	Sisäpeili	Ulkopeilit				
	Sisäpeili Luokka I	Pääpeili (suuri) Luokka II	Pääpeili (pieni) Luokka III	Laajakulmapeili Luokka IV	Lähietsäisyyspeili Luokka V	Etupeili Luokka VI
M ₁	Pakollinen paitsi jos peili ei anna näkyvyyttä taaksepäin (liitteessä III olevan 5.1 kohdan määritelmän mukaisesti) Valinnainen jos peili ei anna näkyvyyttä taaksepäin	Valinnainen	Pakollinen 1 kuljettajan puolella ja 1 matkustajan puolella. Luokan II peilejä voidaan asentaa vaihtoehtoisesti	Valinnainen 1 kuljettajan puolella ja/ tai 1 matkustajan puolella	Valinnainen 1 kuljettajan puolella ja 1 matkustajan puolella (kumpikin on asennettava vähintään 2 m maanpinnan yläpuolelle)	Valinnainen (asennettava vähintään 2 m maanpinnan yläpuolelle)

Ulkopuoliset taustapeilit sekä sisäpuolinen taustapeili ovat pakolliset M₁-ajoneuvoluokassa. Sisäpuolinen taustapeili on kuitenkin pakollinen vain, jos se täyttää kuvan 27 mukaisen vaaditun näkökentän.



Kuva 27. Sisäpuolisen taustapeilin näkökenttävaatimus

Tämän lisäksi ajoneuvossa tulee olla sekä kuljettajan että matkustajan puoleinen luokan III ulkoinen taustapeili, joiden näkökentän vaatimus on esitetty kuvassa 28.



Kuva 28. Luokan III ulkostaustapeilien näkökenttä

Biofore-konseptiauton peilien näkyvyyskentät mitattiin Hernesaaren rannassa 6.8.2014 direktiivin mukaisesti. Kuvassa 29 on esitetty testausmenettely sekä sisä- että ulkopuolisille taustapeileille. Ensin mitattiin sisäpuolisen taustapeilin näkökenttää ja keilat sijoitettiin tasaiselle alueelle kuvassa 27 esitettyjen etäisyyksien mukaan. Kuvassa 29 ympäröidyt keilat ovat kuvan 27 mukaiset ulommat pisteet, jotka kuljettajan tulisi nähdä peilistä. Kuljettajan näköpisteiden paikalle asennetussa kamerassa näkyy kuljettajan näköalue, jonka mukaan peilien näkökenttiä arvioitiin.



Kuva 29. Testimenettely sisä- ja ulkopuolisen taustapeilien näkyvyyskentän mittaamiseen

Testeissä kävi ilmi, että oikealla paikalleen asennettu sisäpuolinen taustapeili ei ole vaatimuksien mukainen. Kuvassa 30 näkyy, ettei vaadittu näkökenttä täyty ja näin ollen ajoneuvoon ei saa sisäpuolista taustapeiliä asentaa.



Kuva 30. Sisäpuolinen taustapeili

Ulkoisten taustapeilien näkökenttä kuvattiin samalla menetelmällä. Kuvassa 31 näkyy, kuinka kuvan 28 mukaan asetut sekä ulommat että sisimmät keilat näkyvät taustapeileistä ja näin ollen peilit täyttävät vaatimukset.



Kuva 31. Kuljettajan ja matkustajan puoliset ulkoiset taustapeilit

3.8 Jarrutus

Ajoneuvon käyttöjarrun tulee täyttää direktiivin 71/320/ETY [17] mukainen tehotesti (tyyppi 0 -testi), sekä häipymistesti (tyyppi I -testi). Lisäksi seisontajarrun tulee täyttää sille annettu hidastumisvaatimus. Häipymistestiin kuuluvaa kuumajarrutustehoa ei tarvitse yksittäishyväksytylle autolle määrittää, sillä testien tulee olla täysin rikkomattomia. Lisäksi Biofore-konseptiautossa käytetyt jarrut ovat tyyppihyväksytyt ja siksi niin niiden kuumansietokykyä ei tarvitse erikseen osoittaa.

Jarrujen vaatimuksenmukaisuus tulee osoittaa H-tason mukaan, eli hyväksytty asiantuntija tekee vaaditut jarrutestit ja lausunto esitetään yksittäishyväksynnän yhteydessä. Ennen hyväksytyn asiantuntijan tekemää jarrutustestiä tulee ajoneuvon valmistajan osoittaa jarrutustehon jakautuminen akseleille. Tällä pyritään osoittamaan etu- ja taka-akselin jarrutustehon suhde. Direktiivin 71/320/ETY mukaan jarrutussuhde z tulee kitkakertoimen k arvoilla 0,2 - 0,8 täyttää kaavan 8

$$z \geq 0,1 + 0,85(k - 0,2) \quad [17]. \quad (8)$$

vaatimus ja samalla etuakselin kitkakäyrän on oltava kaikissa kuormitustilanteissa vastaavan taka-akselin käyrän yläpuolella. Tällä kitkakäyrien erolla voidaan laskennallisesti osoittaa, että taka-akseli ei lukkiudu ensimmäisenä jarrutuksessa. Kitkakäyrät on esitettävä sekä kuormittamattomassa tilanteessa että kuormitetussa tilanteessa. Kitkakäyrillä tarkoitetaan kuvaajia, jotka esittävät akselin pyörien pidon eri kuormitustilanteissa jarrutussuhteen funktiona.

$$\text{Käyrät etuakselille lasketaan kaavalla: } f_1 = \frac{T_1}{N_1} = \frac{T_1}{P_1 - z * \frac{h}{E} * P * g} \quad (9)$$

$$\text{ja taka-akselille lasketaan kaavalla: } f_2 = \frac{T_2}{N_2} = \frac{T_2}{P_2 - z * \frac{h}{E} * P * g} \quad (10)$$

missä

f on kitkakerroin

T on jarruvoima [N]

N on tien pinnan vaikutus akseliin jarruttaessa [N]

P on massa [kg]

g on kiihtyvyyys [10m/s^2]

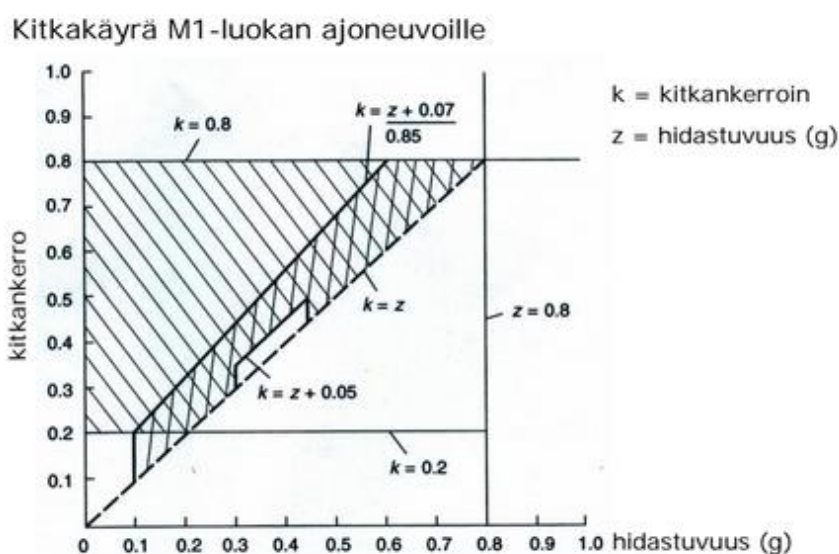
P_i on akselimassa [kg]

z on hidastuvuus [m/s^2]

h on painopisteen korkeus [m]

E on akseliväli [m]

Mallikäyrien (kuva 32) mukaan voidaan laskea viitteelliset tavoitejarruvoimat kullekin akselille hidastuvuuden arvoilla 0,2 - 0,8 g.



Kuva 32. Mallikäyrä jarruvoimille

Mittaukset suoritettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun autolaboratorion MAHA-jarrudynamometrissä. Mittausten aikana jarrupoljinta painettaessa jarrulinjassa vallitsevaa painetta mitattiin digitaalisella paineanturilla. Etuakselin jarruvoimina mittauksissa käytettiin mallikäyrien esimerkki-jarruvoimia kullekin kitkakertoimelle ja niitä vastaavat jarrulinjapaineet kirjattiin ylös. Taka-akselin jarruvoimien tulee seurata kuvan 32 mukaista mallikäyriä, eli taka-akselin jarruvoima tulee olla kaikissa tilanteissa pienempi kuin etuakselin. Painetiedon avulla saatiin toistettua etuakselin jarrutustilanteet taka-akselille ja säädettyä taka-akselin jarruvoimat vastaamaan vaatimuksia.

Saaduista tuloksista tehtiin kuvaajat, joita valmistajalta vaaditaan. Etuakselin jarruvoimat T1 ovat tavoitearvoja direktiivin mukaisesti. Etuakselin jarruvoimia vastaavat jarrulinjapaineet kirjattiin ylös ja näitä paineita vastaavat taka-akselin jarruvoimat T2 on esi-

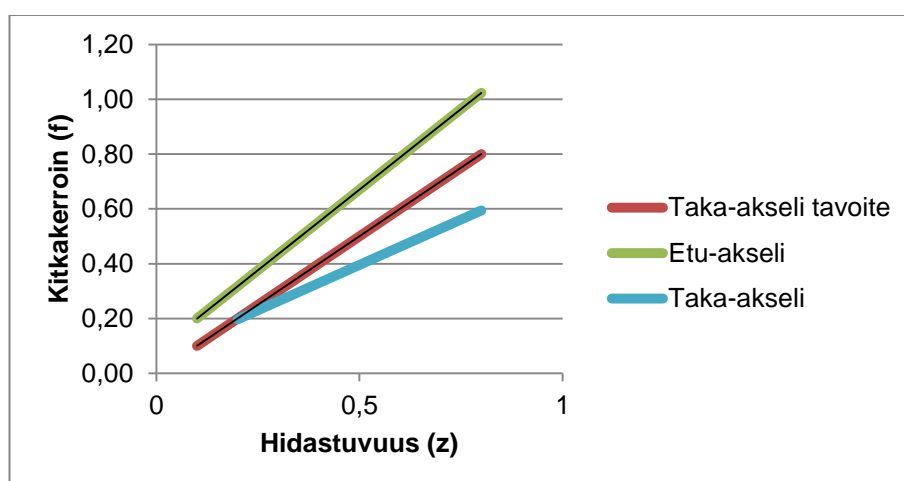
tetty taulukossa 2. Laskettujen tukivoimien N1 ja N2 sekä jarruvoimien T1 ja T2 avulla on laskettu kullekin tilanteelle hidastuvuutta z vastaavat kitkakertoimet f. Näistä arvoista tehtiin kaksi (z,f) -koordinaatiston kuvaajaa, joissa näkyy myös direktiivin tavoitearvot eri hidastuvuuksille.

Taulukko 2. Mittaustulokset ja säätöperusteet jarruvoimille

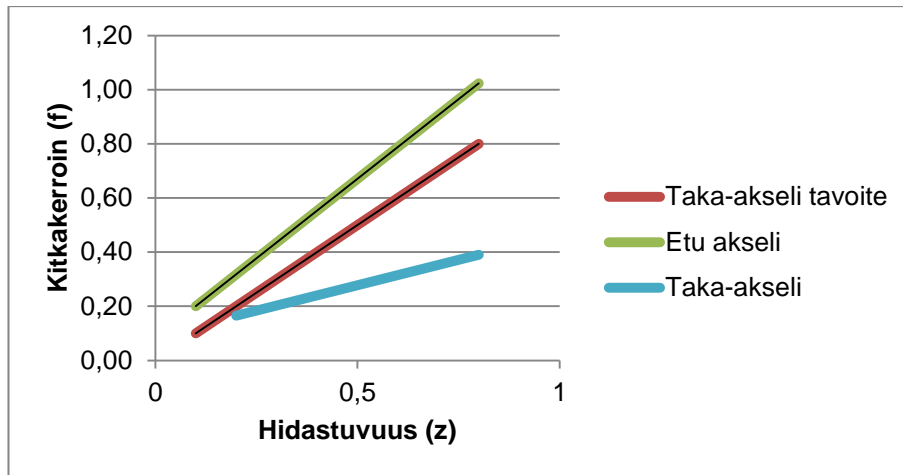
ETU KUORMITTAMATON					TAKA KUORMITTAMATON				
g(z)	T1 jarruvoi	N1 tukivoi	f1	jarrulinjapaine (bar)	g(z)	T2	N2	f2	
0,8	8199	8010	1,02		0,8		3090	0,00	
0,7	7114	7853	0,91		0,7		3247	0,00	
0,6	6066	7695	0,79		0,6		3405	0,00	
0,5	5055	7538	0,67	78	0,5	1400	3562	0,39	
0,4	4081	7380	0,55	66	0,4	1250	3720	0,34	
0,3	3144	7223	0,44	46	0,3	1000	3877	0,26	
0,2	2244	7065	0,32	36	0,2	800	4035	0,20	
0,1	1382	6908	0,20		0,1		4192	0,00	

ETU KUORMITETTU					TAKA KUORMITETTU				
g(z)	T1	N1	f1	jarrulinjapaine (bar)	g(z)	T2	N2	f2	
0,8	9580	9360	1,02		0,8		4740	0,00	
0,7	8337	9203	0,91		0,7		4897	0,00	
0,6	7130	9045	0,79		0,6		5055	0,00	
0,5	5960	8888	0,67		0,5		5212	0,00	
0,4	4827	8730	0,55	75	0,4	1300	5370	0,24	
0,3	3732	8573	0,44	54	0,3	1100	5527	0,20	
0,2	2673	8415	0,32	39	0,2	950	5685	0,17	
0,1	1652	8258	0,20		0,1		5842	0,00	

arvittavia mittauksia kaikille arvoille ei pystytty suorittamaan, sillä jarrudynamometrin asteikko ja kitka eivät riittäneet kaikkiin mittauspisteisiin. Taulukossa 3 keltaisella pohjalla olevat T1 ja T2 jarruvoimien arvot ovat mitattuja arvoja. Lopullisiin kitkakäyrän kuvaajiin (kuvat 33 ja 34) tehtiin puuttuvien mittauspisteiden osalta ekstrapolointi, eli taka-akselin jarrutuksen kuvaajaa jatkettiin käyrän funktion kulmakertoimen avulla.



Kuva 33. Kitkakäyrä kuormittamattomassa tilanteessa. Taka-akselin jarrutus seuraa käyrää $y=0,6623x+0,0645$



Kuva 34. Kitkakäyrä kuormitetussa tilanteessa. Taka-akselin jarrutus seuraa käyrää $y=0,3749x+0,0903$.

Jarrujen testaajaksi valittiin Test Center Tiililä Oy, joka pystyi tarjoamaan samalla myös melumittauksen. Jarrumittaukset yksittäishyväksytyn ajoneuvon osalta koostuivat seuraavista testeistä.

Tyyppi 0 -testissä alkunopeudesta 80 km/h autoa jarrutetaan maksimissaan 500 N poljinvoimalla ja silloin hidastuvuuden tulee olla vähintään $5,8 \text{ m/s}^2$. Jarrutusmatka s lasketaan kaavan 11

$$s = 0,1v + \frac{2v^2}{150} \quad (11)$$

mukaan, jossa v on alkunopeus. Tämä testi suoritetaan vaihde vapaalla sekä kuormatulle ja kuormittamattomalle ajoneuvolle.

Testeissä Biofore-konseptiauton hidastuvuudet olivat kuormattuna $7,6 \text{ m/s}^2$ ja kuormaamattomana $7,9 \text{ m/s}^2$. Jarrutusmatka alkunopeudella v on 80,4 km/h saa olla enintään kaavan 14 määrittelemä matka s :

$$s = 0,1 * \frac{80}{h} + \frac{2 * \left(\frac{80}{h}\right)^2}{150} m = 50,7m \quad (12)$$

Jarrutusmatkat olivat kuormaamattomalla ajoneuvolla 35,1 m, ja kuormatulla ajoneuvolla 37,8 m näin ollen ajoneuvo täytti tyyppi 0 -testin vaatimukset.

Tyyppi I -testissä käyttöjarru kytketään ja vapautetaan useita kertoja eri nopeuksista kuormattuna sekä kuormittamattomana. Alkunopeutena v_1 jarrutuksille käytetään sekä 80 % että 50 % maksiminopeudesta. Hidastuvuuden tulee olla vähintään $5,0 \text{ m/s}^2$ kun käytetään maksimissaan 500 N poljinvoimaa.

Ilman jarrutehostinta ja jarrupiirivikojen kanssa auton tulee täyttää hidastuvuusvaatimus $2,9 \text{ m/s}^2$ ja jarrutusmatka s tulee olla pienempi kuin kaavan 13 mukaan laskettu:

$$s = 0,1v + \frac{2v^2}{150} = s = 0,1 * 80 + \frac{2v80^2}{150} m = 93,3m \quad (13)$$

Testeissä auton hidastuvuudet vaihtelivat $7,1 - 8,9 \text{ m/s}^2$ välillä ja jarrutusmatkat pysyivät sallituissa rajoissa, joten näin ollen jarrut täyttävät vaatimukset.

Biofore-konseptiautossa olevalle sähköiselle seisontajarrulle on hidastumisvaatimuksena 30 km/h nopeudesta vähintään $1,5 \text{ m/s}^2$ ja testeissä mitattu $1,7 \text{ m/s}^2$ hidastuvuus riittää täyttämään vaatimukset.

Jarrumittauksista saatu hyväksytyn asiantuntijan lausunto (liite 2) esitetään yksittäishyväksynnän yhteydessä.

3.9 Sähkömagneettinen yhteensopivuus

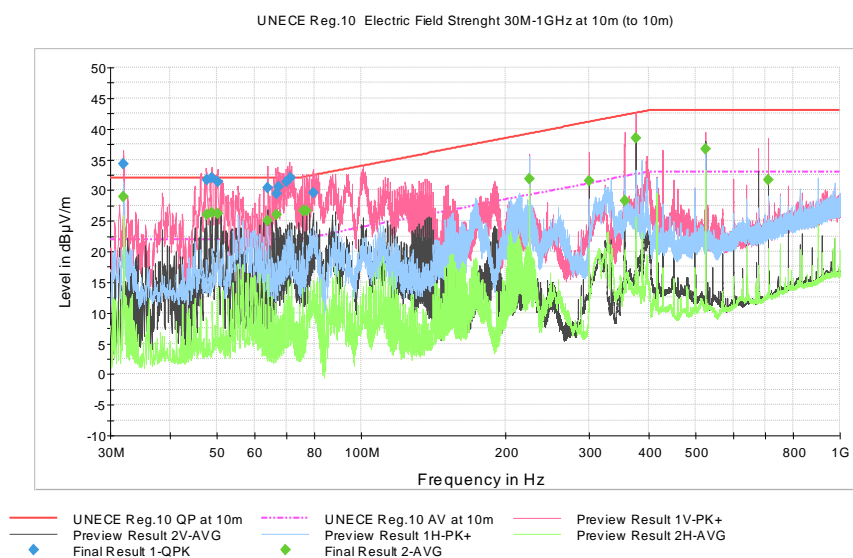
Ajoneuvolle tulee suorittaa direktiivin 72/245/ETY [18] mukainen nimetyn tutkimuslaitoksen suorittama sähkömagneettista yhteensopivuutta mittaava testi eli EMC-testi. Biofore-konseptiautolle tehty EMC-testi suoritettiin SGS Fimko:n toimesta 27.10.2014.

Testissä testataan elektronisten asennelmien sähkömagneettisia säteilypäästöjä sekä niiden sähkömagneettisten häiriöiden sietoa. Elektronisia asennelmia ovat kaikki sähkölaitteet, jotka on kytketty aktiivisesti ajoneuvon sähköjärjestelmään. Asennelmat voivat säteillä laaja-, kapeakaistasäteilyä ja vaikuttaa ajoneuvon häiriönsietokykyyn. Testit hyväksytään, mikäli ajoneuvo ei lähetä liikaa säteilyä ja se kestää tarpeeksi häiriösäteilyä. Säteilysrajat sekä niitä vastaavat taajuusalueet riippuvat mittauspaikasta ja mittausmenetelmästä.

Biofore-konseptiautolle tehdyssä säteilypäästöttestissä kävi ilmi, ettei ajoneuvon korisähköt ole suojattu tarpeeksi hyvin. Kapeakaistaisen säteilyn päästöttestissä ajoneuvon kaikki elektroniikka on päällä, mutta ajoneuvo ei ole käynnissä. Kapeakaistaisen säteilyn tulee pysyä seuraavien rajojen alla:

- 30 - 75 MHz:n taajuusalueella 22 dB μ V/m
- 75 - 400 MHz:n taajuusalueella 22-33 dB μ V/m
- 400 - 1 000 MHz:n taajuusalueella 33 dB dB μ V/m.

Kuvassa 35 on esitetty Biofore-konseptiautolle tehty kapeakaistaisen säteilyn päästötesti. Kuvassa 35 näkyvä punainen ja liila käyrä ovat direktiivin mukainen raja säteilyn (dB μ V/m) määrälle, jota ajoneuvo saa lähettää kun taajuusalueena on 30 - 1 000 MHz. Suurimman osan ajoneuvon lähettämän kapeakaistaisen säteilyn tulisi jäädä liilan rajan alapuolelle ja kaikkien huippujen tulisi pysyä punaisen linjan alapuolella.

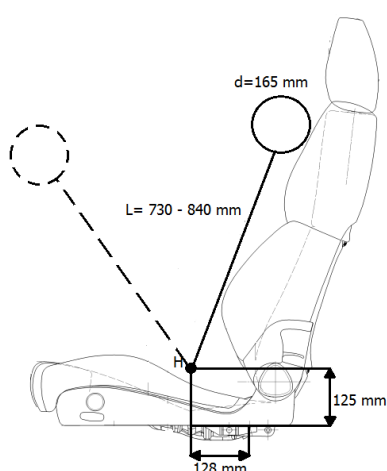


Kuva 35. EMC-mittauksen raja-arvot ja tulokset kaikki elektroniikka päällä

Koska testissä kapeakaistaisen säteilyn päästörajat ylittyivät, ei ajoneuvolle tehty muita testejä tällä kertaa. Tehdystä testistä koottu raportti on liitteessä 5. Biofore-konseptiauton korisähköt sekä ohjainlaitteiden suojaukset tehdään mittauksen pohjalta uusiksi ja näin ollen tämä kohde jää selvitettäväksi uusintakatsastuksessa. Ennen uusintakatsastusta ajoneuvolle tehdään uusi EMC-mittaus.

3.10 Sisävarusteet

Ajoneuvon sisätilojen turvallisuutta määrittelee direktiivi 74/60/ETY [19]. Sisätiloissa ei saa olla matkustajalle törmäystilanteessa vaaraa aiheuttavia teräviä kulmia tai reunoja, ja niiden pitää muissakin tilanteissa olla turvalliset käyttää. Kaikissa sisätilojen reunoissa tulee olla vähintään 2,5 mm:n säteinen pyöristys. Kuljettajan ja matkustajien pääniskualueen mittausta on ainoa direktiivin ajoneuvoa rikkomaton testi, joka sisätiloille voidaan suorittaa. Testissä hahmotetaan mahdolliset vaarakohdat kolaritilanteen varalta kuvan 36 mukaisella testilaitteella.



Kuva 36. Pääniskualueen testauslaite

Testilaitteessa olevaa halkaisijaltaan 165 mm:n palloa liikutetaan H-pisteestä nivellä varrella, jonka pituus L vaihtelee välillä 730 - 840 mm. H-piste on istuimen vertailupiste, joka on istuinvalmistajan määrittelemä piste [20]. Missään istuimen asennossa tai pituuden L vaihdellessa, pallo ei saa joutua kosketuksiin terävän reunan kanssa.

Biofore-konseptiauton sisätiloissa on kojelaudan näyttöjen ympärillä vanerista tehdyt kaaret (kuva 37), joihin matkustajan puoleista pääniskualuetta testattaessa huomattiin olevan mahdollista lyödä pänsä. Kuljettajan puolella tätä ongelmaa ei ratin vuoksi ole.

Pääniskualueen testausta varten valmistettiin kuvan 36 kaltainen yksikertainen testilaitte, jolla voitiin testata koko vaadittu liikerata. Pääniskualuetta testattaessa matkustajan puoleisen penkin liikerataa rajoitettiin niin, että pääniskuvaara poistui kolaritilanteesta eikä näytön kehyksiä tarvitse poistaa.



Kuva 37. Pääniskualueen testaus

3.11 Istuinten lujuus

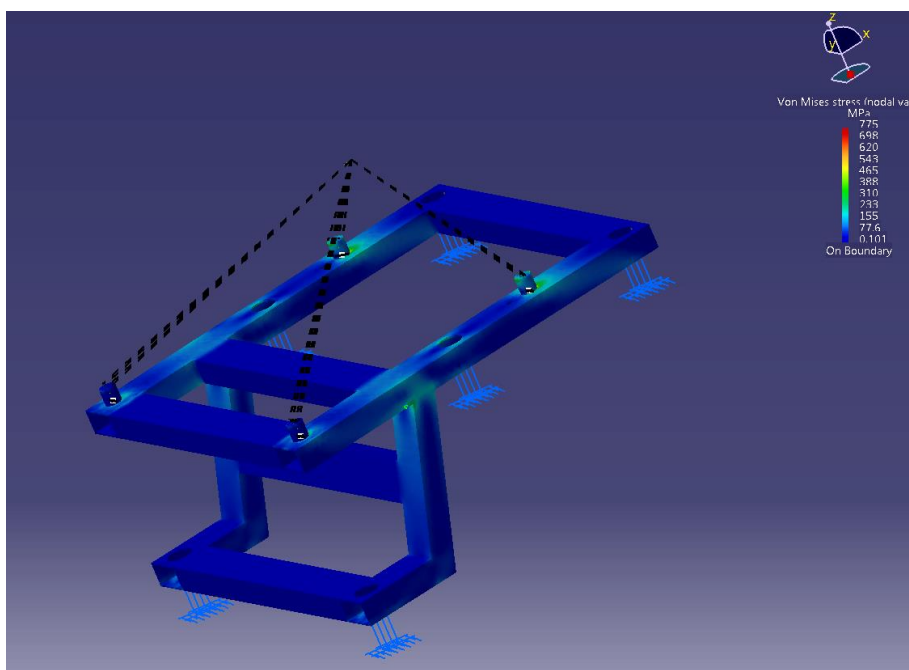
Direktiivin 74/408/ETY [21] määrittelee istuinten lujuutta ja niiden kiinnityspisteitä koskevat vaatimukset. Biofore-konseptiauton istuimet ovat tyyppihyväksytyt Recaro Style istuimet, joten vaatimuksenmukaisuus tulee osoittaa vain kiinnityspisteiden osalta C-tason mukaisesti.

Direktiivissä esitettyssä törmäystestissä ajoneuvoon kohdistetaan eteenpäin suuntautuva 20 G:n suuruinen pitkittäinen ja vaakasuuntainen hidastuvuus. Kiinnityspisteisiin kohdistuva rasitus voidaan laskea Recaro Style -istuimen massan 21,7 kg ja matkustajan massan 75 kg avulla. Kaikissa laskuissa istuimen ja kuljettajan yhteensä laskettuna massana on käytetty 100 kg:aa. Voima F kohdistetaan istuimen H-pisteeseen ja sen suuruus on kaavan 1 mukainen:

$$F = ma = 100kg * 20 * \frac{9,81m}{s^2} = 19600N \quad (1)$$

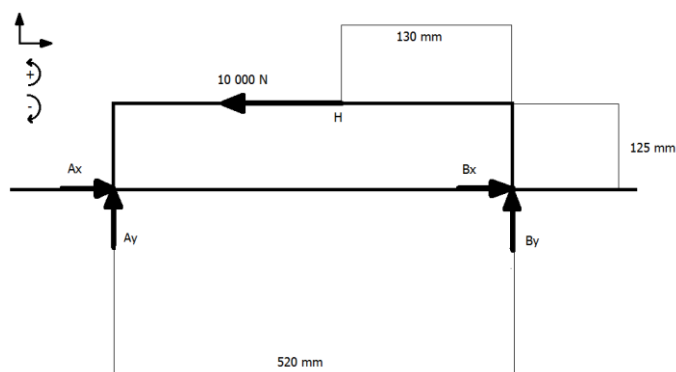
Biofore-konseptiauton etuistuimet on kiinnitetty neljällä vahvistetun hiilikuiturungon läpi menevällä M8 8.8 -pultilla ja takaistuimet on kiinnitetty takapenkkirunkoihin (kuva 38) neljällä M8 8.8 -pultilla. Takapenkkirungot on kiinnitetty puolestaan hiilikuiturunkoon M8 8.8 -läpipulteilla. Takapenkkirunko on valmistettu 40x20x2 S355-

rakenneteräsneliöprofiilista hitsaamalla. Takapenkkien kiskomekanismin vuoksi penkkien kiinnityspisteiden alla on 6082-alumiinista sorvatut holkit. Rungon kestävyyttä H-pisteestä kuormitetulla 19 600 N voimalla arvioitiin Catia Analysis lujuusanalyysin avulla (kuva 38) ja selkeästi heikoimmat kohdat muodostuvat juuri holkin ja rungon rajapintaan. Alumiinin murtorajana voidaan tässä pitää 295 N/mm^2 ja teräksen 510 N/mm^2 . Runko kestää siihen kohdistuvan rasituksen hyvin, sillä direktiivin mukaan tällä kuormituksella yksi tai useampi kiinnityspiste saa muuttaa muotoaan tai jopa irrota kokonaan. Takapenkin kiinnitysrungon lujuusanalyysissä on otettu huomioon pulttien kohdistama reunapuristus ja leikkausvoima teräsrunkoon, joten sitä ei tarvitse erikseen laskea.



Kuva 38. Takapenkkien kiinnitysrunko

Penkkien neljään läpipultti kiinnityspisteeseen kohdistuvat leikkausvoimat voidaan ratkaista yksinkertaistamalla kahden kiinnityspisteen osalta voimien jakautuminen kuvan 39 vapaakappalekuvan mukaisesti. Taka- ja etupenkkien neljä kiinnityspistettä ovat samanlaiset, joten niiden kiinnityspisteiden pulttien kestävyyttä voidaan arvioida samalla tavalla.



Kuva 39. Penkkien kiinnityksen vapaakappalekuva

Vapaakappalekuvasta voidaan laskea kiinnityspisteisiin A ja B kohdistuvat leikkausvoimat A_x ja B_x , kun 10 000 N voima kohdistetaan pisteeseen H. Vaakasuuntaisten voimien summa on nolla kaavan 14 mukaisesti:

$$\Sigma F_x = -10000N + A_x + B_x = 0 \quad (14)$$

Samoin momentti pisteen A suhteen on nolla kaavan 15 mukaisesti:

$$M_A = 0,125m * 10\,000\,N + 0,520m * B_x = 0 \quad (15)$$

Yhtälöistä saadaan ratkaistua pisteisiin A ja B vaikuttavat leikkausvoimat A_x on 7596 N ja B_x on -2404 N

M8 8.8 pultteihin kohdistuva leikkausjännitys tulee olla pienempi kuin pultin materiaalin leikkausmyötärajan $384\,N/mm^2$ ja se voidaan laskea kaavalla 4:

$$\tau = \frac{Q}{A_s} = \frac{7596\,N}{36,6\,mm^2} = 207,6\,N/mm^2 \quad (4)$$

Voidaan todeta kiinnityspisteiden olevan vaatimusten mukaiset. Lujuuslaskelmat esitetään yksittäishyväksynnän yhteydessä.

3.12 Ulkonevat osat

Direktiivi 74/486/ETY [22] määrittää, ettei ajoneuvojen ulkopinnalla saa olla sellaisia teräviä ulkonevia osia, jotka voivat lisätä törmäystilanteessa jalankulkijoiden vammautumisriskiä tai jotka voivat tarttua muihin tienkäyttäjiin. Tällöin yli 5 mm pinnasta ulkonevien ulkopintojen pyöristysten tulee olla vähintään 2,5 mm. Poikkeuksena näihin vaatimuksiin on ilmanottoaukot ja jäähdyttimen säleiköt.

Biofore-konseptiauton ulkonevien osien ainoa ongelmakohta on peilien heijastavan pinnan reuna, joka on korjattu suojaavalla tiivistenauhalla. Vaatimuksenmukaisuus tulee osoittaa C-tason mukaisesti, mutta hyväksynnän suorittava katsastusmies ei vaatinut tästä kohteesta mitään dokumentaatiota vaan vaatimusten täyttyminen tarkastetaan yksittäishyväksynnän yhteydessä.

3.13 Nopeusmittari ja peruutusvaihde

Direktiivi 75/443/ETY [23] määrittää, että ajoneuvossa on oltava toimiva peruutusvaihde sekä nopeusmittari. Mittarin asteikon jaon on oltava 1, 2, 5 tai 10 km/h. Kun asteikkotaulun korkein arvo on enintään 200 km/h, on nopeusarvot merkittävä asteikkotauluun enintään 20 km/h välein.

Nopeusmittarille on tehtävä direktiivin mukainen tarkkuustesti ja sen vaatimuksenmukaisuus tulee osoittaa C-tason mukaisesti yksittäishyväksynnän yhteydessä. Testissä ajoneuvon nopeudet testataan seuraavilla kolmella ajonopeudella: 40, 80 ja 120 km/h, tai nopeudella, joka on 80 % valmistajan ilmoittamasta maksiminopeudesta. Testi on suoritettava tasaisella ja kuivalla alustalla ja ajoneuvossa on käytettävä sille tarkoitettua rengastyyppeä. Testin aikana ajoneuvon todellista nopeutta tulee mitata laitteella, jonka mittausepä-tarkkuus saa olla enintään $\pm 1\%$.

Ajoneuvon nopeusmittari ei missään tilanteessa saa näyttää todellista nopeutta pienempää lukemaa ja mittarin nopeuden v_1 suhde todelliseen nopeuteen v_2 on kaavan 16 mukainen:

$$v_1 \leq v_2 \frac{v_2}{10} + 4 \text{ km/h} \quad (16)$$

Biofore-konseptiautossa on toimiva manuaalinen peruutusvaihte, mutta nopeusmittaria ei sähköjärjestelmän vikojen vuoksi saatu toimimaan rekisteröintikatsastukseen. Nopeusmittarin häiriö sekä sen tarkkuuden testaaminen tulee selvittää ennen uusintakatsastusta ja tieliikenteeseen rekisteröintiä.

3.14 Lakisääteiset kilvet

Ajoneuvossa tulee olla direktiivin 76/114/ETY [24] mukainen valmistenumero sekä valmistajan kilpi. Valmistenumeron voi hakea rekisteröinnin suorittavalta katsastusasemalta. Valmistenumero tulee meistä ajoneuvon runkoon keskilinjan oikealle puolelle vähintään seitsemän mm:n korkuisin kirjaimin. Valmistajan kilpi on kiinnitettävä lujasti selvästi näkyvään ajoneuvon sellaiseen osaan, jota ei vaihdeta ajoneuvon käytön aikana. Kilpeen merkitään seuraavat tiedot vähintään 4 mm:n korkuisin kirjaimin luetellussa järjestyksessä:

- valmistajan nimi
- ajoneuvon valmistenumero
- ajoneuvon suurin sallittu massa
- akselien suurimmat sallitut massat alkaen etuakselista.

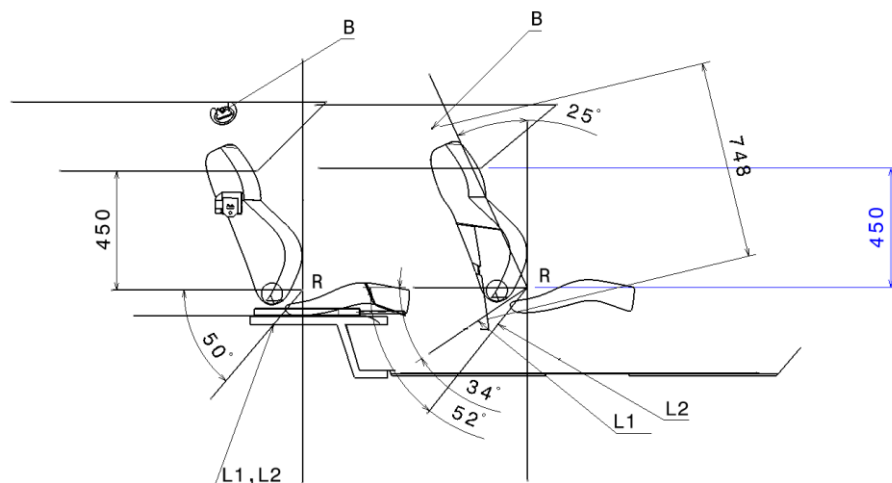
Biofore-konseptiautolle haettu valmistenumero on YKBM11410E21L0003. Valmistajan kilpi on kiinnitetty auton takaluukun yläpintaan ja valmistenumero on kaiverrettu hiilikuiturunkoon ajoneuvon oikean etuoven saranan läheisyyteen (kuva 40). Vaatimuksenmukaisuus tarkistetaan yksittäishyväksynnän yhteydessä E-tason mukaisesti.



Kuva 40. Valmistajan kilpi ja valmistenumero

Etuistuinten kohdalla ei soljen puoleisen kiinnityspisteen L_1 ja R-tason välisen kulman α_1 on oltava $30^\circ - 80^\circ$. Vastaavasti soljen puoleisen kiinnityspisteen L_2 ja R-tason välisen kulman α_2 on oltava $45^\circ - 80^\circ$. Takaistuimien molempien kulmien α_1 ja α_2 on oltava $30^\circ - 80^\circ$.

Kuvassa 42 näkyy Biofore-konseptiauton turvavyöpisteiden sijoittelu ja vaaditut kulmat α_1 ja α_2 .



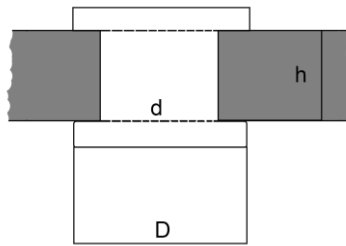
Kuva 42. Biofore-konseptiauton turvavyöpisteiden sijoittelu

Biofore-konseptiauton etuturvavyöt ovat kiinni istuimessa ja takaovessa. Istuimessa kiinni olevia kiinnityspisteitä ei tarvitse tyyppihyväksynnän vuoksi erikseen osoittaa, mutta etuvyön kahta ja takavyön yhtä kiinnityspistettä kuormitetaan $13\,500\text{ N}/3=4\,500\text{ N}$ voimalla kutakin. Kaikki rungossa olevat kiinnityspisteet ovat kiinni 3 mm paksuisessa teräslevyssä ja se on pultattu turvavöiden asennukseen tarkoitetuilla M10-pulteilla. Pulttien kestävyyttä ei siis tarvitse osoittaa.

Pultit on kiinnitetty 3 mm paksuiseen S355-teräslevyyn (kuva 43), jonka murtolujuus on vähintään 510 N/mm^2 . Pultin holkin ja teräslevyn kosketuspinnan pinta-ala A voidaan laskea holkin ulkopinta-alan ja sisähalkaisijan pinta-alojen erotuksena. M10-pultin holkille D on 16 mm ja d on 10 mm.

Teräkseen kohdistuva pintapaine saadaan laskettua kaavalla 3 ja sen tulee olla pienempi kuin teräksen murtolujuuden 510 N/mm^2 :

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi r_2^2 - \pi r_1^2} = \frac{\frac{13500}{3} N}{\pi (8mm)^2 - \pi (5mm)^2} = 36,7 N/mm^2. \quad (3)$$



Kuva 43. Turvavöiden pulttien kiinnitys

Pultin holkin pää pyrkii leikkautumaan teräslevystä ulos pitkin sylinterimäistä vaippaa, jonka pinta-ala on $\pi * D * h$.

Leikkausvoima on samansuuruinen kuin kuormittava voima 4500 N. Teräslevyyn kohdistuva leikkausjännitys tulee olla pienempi kuin teräksen leikkausmurtolujuuden 306 N/mm².

$$\tau = \frac{Q}{A} = \frac{4500 N}{\pi * 16 * 3mm} = 29,9 N/mm^2 \quad (5)$$

Voidaan siis osoittaa, että turvavöiden kiinnityspisteet auton rungossa ovat riittävät.

3.16 Valaisimien ja merkkivalolaitteiden asennus

Direktiivissä 76/756/ETY [27] määritellään ajoneuvon pakolliset valaisimet sekä niiden sijoittelu ja näkyvyysvaatimukset. Trafin ohjeessa TRAFI/336/05.03.45/2012 [28] määritellään tarkemmin ajoneuvon valaisinvaatimukset, joiden mukaan valaisimien oikeaoppinen asennus tarkastetaan H-tason mukaisesti yksittäishyväksynnän yhteydessä katsustusasemalla. Kaikkien valaisimien tulee olla tyyppihyväksytyjä.

Sähkökytkentöjä koskevat vaatimukset:

- etu- ja takavalot sekä takarekisterikilven valot kytkeytyvät vain samanaikaisesti
- kauko- ja lähivalaisimia eikä etu- tai takasumvalaisimia ei voida kytkeä palamaan ilman etu- ja takavaloja

- huomiovalojen kanssa saavat palaa samanaikaisesti etuvalot, takavalot ja rekisterikilven valot tai niiden kanssa ei pala mitään muita valoja

TAI

- huomiovalojen kanssa saavat palaa ainoastaan takavalaisimet ja niiden tulee sammua kun lähi-, kauko- tai etusumuvalot kytketään päälle.

Sijoittelua koskevat vaatimukset:

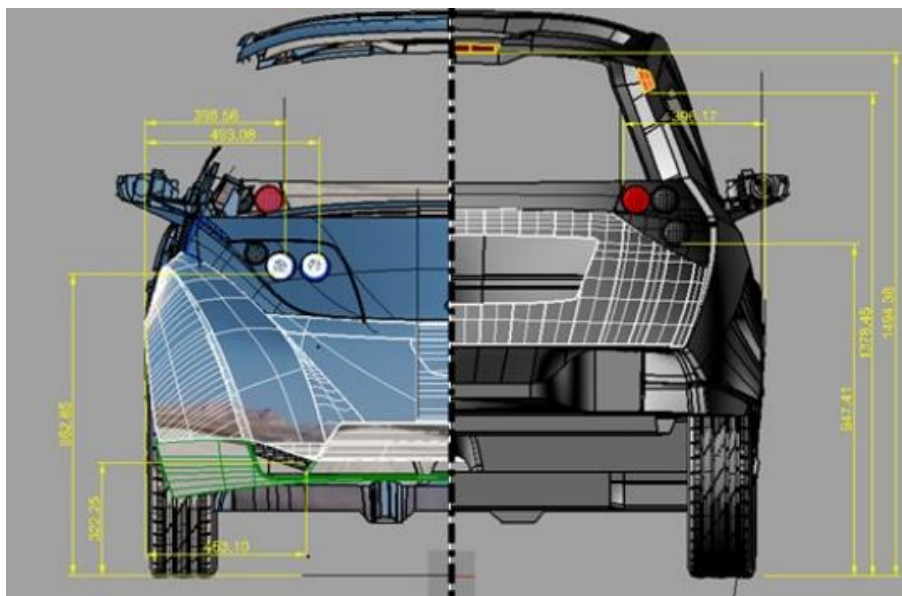
- geometrinen näkyvyysvaatimus tulee täyttyä valaisimen koko valaisevan pinnan osalta
- valaisimien ja heijastimien tulee olla asennettu symmetrisesti ajoneuvon pituussuuntaan nähden.

Biofore-konseptiautoon vaadittavat valaisimet, niiden tunnuksat ja asennusvaatimukset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Valaisimien ja heijastimien vaatimukset

Valaisin	Tunnus	Sijoitteluvaatimukset				Näkyvyyskulmat			
		min. etäisyys ulkoreunasta	min. keskinäisen etäisyys	min. korkeus	max. korkeus	sisään	ulos	alas	ylös
lähivalot	C,DC,HC,SC	400	600	500	1200	10	45	10	15
kaukovalot	R,DR,HR,SR	400	600			5	5	5	5
etusuuntavalot	1,1a, 1b	400	600	350	1500	45	80		
etuvalot	A	400	600	350	1500	45	80		
takasuuntavalot	2a,2b								
sivusuuntavalot	5, 6			35	1500				
jarruvalot	S1,S2		400	350	1500	45	45	15	15
takavalot	R1,R2	400	600	350	1500	45	80	5	5
keskijarruvalaisin	S3,S4	keskellä		850					
takarekisterikilvenvalo(t)	L								
takavalot	R1,R2	400	600	350	1500	45	80	5	5
peruutusvalot	AR			250	1200	45	80	5	5
takasumuvalo	F,F1,F2			250	100				
etuvalot	A	400	600	350	1500	45	80		
huomiovalot	RL	400	600	250	150				
takaheijastimet	A	400	600	250	900				

Biofore-konseptiautoon asennetut valaisimet ovat kaikki tyyppihyväksytyjä ja luettelo niistä on liitteenä 6. Asennettujen valaisimien asennusvaatimukset täyttyvät kaikilta osin, mutta Xenon-kaasupurkausvalaisimien takia ajoneuvossa oltava valaisimien korkeussäätö puuttuu. Korkeussäätö toteutetaan ilmajousituksen ohjauksella, ja ne tarkastetaan yksittäishyväksynnän yhteydessä. Kuvassa 44 on esitetty asennuspaikat.



Kuva 44. Biofore-konseptiauton valojen asennuspaikat

3.17 Hinauslaitteet

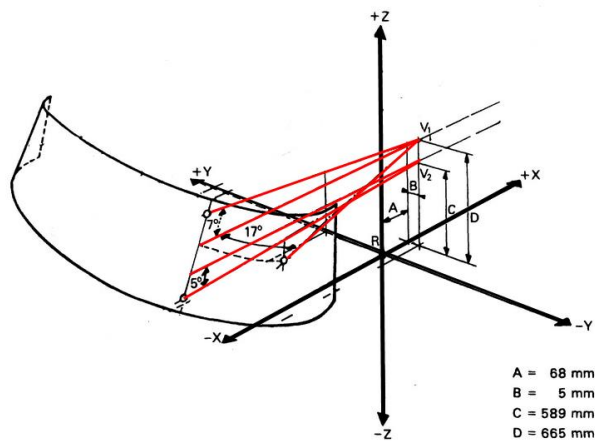
Direktiivin 77/389/ETY [29] mukaan ajoneuvossa tulee olla hinauksen mahdollistava hinauskoukku sekä edessä että takana. Hinauslaitteen tulee kestää vetävä ja työntävä staattinen voima, jonka suuruus on puolet ajoneuvon kokonaismassasta. Vaatimuksenmukaisuus tulee osoittaa B-tason mukaisesti, jolloin yksittäishyväksytylle ajoneuvolle riittää laskennallinen osoitus kestävydestä.

Biofore-konseptiautossa on sekä edessä että takana tyyppihyväksytyt Audin alleajosuojat, jotka on kiinnitetty auton koriin kahdeksalla M8 8.8 -pultilla. Takana olevan alleajosuojan kiinnitys on esitetty kohdassa 3.2.2, jossa on todettu alleajosuojan kiinnityksen olevan riittävä kestävä voiman, jonka suuruus on puolet ajoneuvon massasta. Edessä oleva alleajosuoja on kiinnitetty läpipulttiliitoksella runkoon ja pulttiliitoksen kestävyys on esitetty myös samassa kohdassa. Hinauslaite kiinnittyy alleajosuojaan, joten sen kiinnitys on riittävä.

3.18 Näkyvyys eteen

Direktiivi 77/649/ETY [30] määrittelee ajoneuvon kuljettajan näkyvyysvaatimukset kuljettajan näköpisteestä eteenpäin suuntautuvan 180-asteisen sektorin osalta. Tuulilasin läpinäkyvän alueen on käsitettävä vähintään tuulilasin merkitsevät pisteet.

Kuljettajan on kyettävä näkemään näköpisteistä V1 ja V2 eteenpäin suuntautuvat merkitsevät tuulilasin leikkaavat merkitsevät pisteet kuvan 45 mukaisesti. Istuimen ollessa 25 asteen kallistuskulmassa tulee kuljettajan nähdä pisteestä V1 vaakasuuntaisesti eteenpäin ja tästä linjasta 7 astetta ylöspäin sekä 17 astetta vasemmalle. V2 pisteestä kuljettajan tulee nähdä 5 astetta alaspäin. R-piste on istuimen valmistajan ilmoittama vertailupiste.

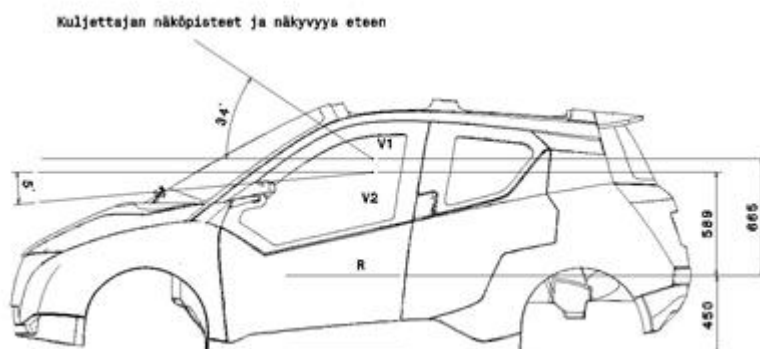


Kuva 45. Kuljettajan näköpisteet

Kuljettajan näkökenttä tulee olla mahdollisimman laaja ja siksi "A"-pilarin peittämä kulma ei saa ylittää 6 astetta.

Näkökentän riittävyys tarkastetaan rekisteröintikatsastuksen yhteydessä E-tason mukaisesti, eikä varsinaista dokumentaatiota tarvita. Koska direktiivin määrittelemä näkökentän vaatimus on tyyppihyväksyntää hakevien ajoneuvojen osalta kuitenkin varsin tiukka, on myös tästä ajoneuvosta esitetty pelkistetty kuvaus mahdollisten ongelmakoh- tien osalta. Ajoneuvossa etupenkit ovat suhteellisen alhaalla, joten tässä mittauksessa haluttiin osoittaa, että kuljettajan näköpisteestä V2 kohtisuorasta linjasta alaspäin suun- tautuva näköalue täyttää direktiivin vaatimukset. Kuvassa 46 on esitetty Biofore- konseptiauton kuljettajan näköpisteiden sijainti istuimen vertailupisteestä R mitattuna

sekä osoitettu riittävä näkyvyys alaviistoon näköpisteestä V2. Kuva on otettu koko ajoneuvon 3D-mallista, johon on lisätty tarvittavat pisteet mallin tekoon.



Kuva 46. Biofore-konseptiauton näkyvyys eteen

3.19 Hallintalaitteiden merkinnät

Direktiivi 78/316/ETY [31] määrittelee ajoneuvossa vaadittavat hallintalaitteiden merkinnät. Hallintalaitteella tarkoitetaan mekaanista toiminnallista osaa, jolla voi muuttaa ajoneuvon toimintoja, kuten valaisimia tai tuulilasin pyyhkimiä. Ilmaisimella tarkoitetaan tässä yhteydessä jonkin hallintalaitteen toiminnan osoitusta, esimerkiksi merkkivaloa. Kaikki hallintalaitteet, ilmaisimet ja osoittimet on voitava tunnistaa direktiivin määrittelemillä tavoilla.

Biofore-konseptiauton vaaditut ja toteutetut hallintalaitteiden merkinnät on esitetty taulukossa 4. Valaisimien ja pyyhkijöiden hallintalaitteet on toteutettu valmiilla Volkswagen Polon kytkimillä, joissa on kaikki vaaditut toiminnot sekä tunnuksat. Huurteen- ja sumunpoistolaitteen hallintalaite sekä lämmitysjärjestelmän hallintalaite ilmaisimineen sijaitsevat keskikonsolin kosketusnäytössä. Kuljettajan näytölle tulevat ilmaisimet ja osoittimet, kuten polttoaineen määrän ilmaisin ja latauksen ilmaisin, eivät valmistuneet rekisteröintikatsastukseen.

Taulukko 4. Hallintalaitteet, ilmaisimet sekä osoittimet, joissa on oltava direktiivinmukaiset tunnukset ja niiden toteutus Biofore-konseptiautossa.

Vaatus	Toteutus
Valaisimien pääkytkin ja ilmaisim	Tyyppihyväksytty valokytin Volkswagen Polo
Kaukovalaisimien hallintalaite ja ilmaisim	
Lähihivalaisimien hallintalaite ja ilmaisim	
Etu- ja takasumuväläisimien hallintalaite ja ilmaisim	
Huomioväläisimen hallintalaite ja ilmaisim	
Etu- ja takaväläisimien hallintalaite ja ilmaisim	
Suuntaväläisimen hallintalaite ja toimintaa osoittava ilmaisim	Tyyppihyväksytty viiksikytkin Volkswagen Polo
Tuulilasin pyyhkimien ja pesimien hallintalaite	
Tuulilasin pyyhkimien ja pesimien yhdistetty hallintalaite	
Tuuletuslaitteen (lämmin ilma/kylmä ilma) hallintalaite	Hallintalaitteet ja ilmaisimet keskikonsolissa
Tuulilasin huurteen- ja sumunpoistolaitteen hallintalaite ja ilmaisim	
Takaikkunan huurteen- ja sumunpoistolaitteen hallintalaite ja ilmaisim	
Polttoainemäärän osoitin ja ilmaisim	Ilmaisimet kuskin näytössä (puuttuu vielä)
Latauksen osoitin ja ilmaisim	
Öljynpaineen osoitin ja ilmaisim	
Moottorin jäähdytysnesteen lämpötilan osoitin ja ilmaisim	
Seisontajarrun suljetun piirin ilmaisim	Erillinen ilmaisim
Äänimerkin hallintalaite	Painike ratin keskellä

3.20 Huurteen- tai sumunpoistolaitteet

Direktiivi 78/317/ETY [32] mukaan ajoneuvossa tulee olla tuulilasin huurteen ja sumunpoistolaite. Yleisenä vaatimuksena laitteelle on riittävän näkyvyyden takaaminen kuljettajalle kylmälläkin ilmalla. Huurteenpoistojärjestelmällä tarkoitetaan tuulilasin lasipinnoilta huurteen poistavaa laitetta ja sumunpoistojärjestelmällä tuulilasin sisäpuoliselta pinnalta sumua poistavaa laitetta. Tämän kohteen vaatimuksenmukaisuus tarkastetaan yksittäishyväksynnän yhteydessä E-tason mukaisesti, eikä siitä tarvitse esittää erillistä dokumentaatiota.

Biofore-konseptiautossa huurteen- ja sumunpoistojärjestelmä on toteutettu lämmitettävällä tuulilasilla ja lämmitysjärjestelmällä.

3.21 Pesimet ja pyyhkimet

Direktiivi 78/318/ETY [33] määrittelee ajoneuvon tuulilasin pesimiä ja pyyhkimiä koskevat vaatimukset. Ajoneuvossa on oltava tyyppihyväksytty automaattinen tuulilasinpesujärjestelmä, joka sisältää vähintään kaksi nopeutta: yhden, jonka nopeus on vähintään 45 jaksoa/min ja yhden, jonka nopeus on vähintään 10, mutta enintään 55 jaksoa/min. Kun pyyhkijät sammutetaan, niiden on palattava lepoasentoon. Näiden nopeuksien ero on oltava vähintään 15 jaksoa minuutissa. Pyyhkijöiden toiminnan päätyttyä niiden on palattava lepoasentoon. Järjestelmän nestesäiliön tilavuus on oltava vähintään yksi litra.

Pyyhkijöiden toiminta tarkistetaan yksittäishyväksynnän yhteydessä E-tason mukaisesti, eikä niiden osalta tarvita erillistä dokumentaatiota.

Biofore-konseptiautoon on asennettu Mercedes Benz -henkilöauton tyyppihyväksytty pyyhkijäkoneisto, johon on lisätty erillinen 1 l:n nestesäiliö. Pyyhkijöiden ohjauksessa ilmeni ongelmia ja siksi niillä on toistaiseksi vain yksi nopeus. Pyyhkijöiden osalta niiden nopeuden ohjaus ja toimintanopeuksien mittaaminen pitää tehdä ennen uusintarekisteröintikatsastusta.

3.22 Lämmitysjärjestelmä

Direktiivi 2001/56/ETY [34] määrittelee ajoneuvon pakollista lämmitysjärjestelmää koskevat vaatimukset. Lämmityslaitteella tarkoitetaan kaikentyyppisiä ajoneuvon sisätilan lämpötilan nostamiseen tarkoitettuja laitteita. Vaatimuksenmukaisuus tulee osoittaa C-tason mukaisesti. Sisätilaan tuleva lämmitysilma ei saa olla saastuneempaa kuin ilmaottoaukon läheisyyden ulkoilma eikä lämmitysilma tai lämmityslaitteen osat saa kuumentua polttavan kuumiksi (70 °C päällystämättömän metallin osalta tai 80 °C muiden materiaalien osalta).

Biofore-konseptiautossa on moottorin jäähdytysnesteen hukkalämmöllä toimiva oma-valmisteinen lämmitysjärjestelmä (kuva 47), jota koskee direktiivin liitteen III vaatimukset. Direktiivin määrittämiä testejä ei kuitenkaan yksittäishyväksynnän osalta vaadita vaan lämmitysjärjestelmä tarkistetaan yksittäishyväksynnän hyväksyjän toimesta.

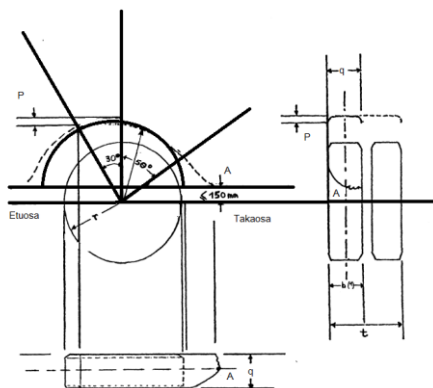


Kuva 47. Biofore-konseptiauton lämmitys- ja ilmastointijärjestelmä

Lämmitysjärjestelmä sijaitsee kojelaudan alla matkustamon puolella, ja sen ilmanotto-aukko kulkee tulipellin läpi moottoritilaan. Lämmitysjärjestelmästä lähtevät jaot kuljettavat lämmitysilmän tuulilasien juureen kojelaudan suulakkeiden kautta. Lämmitysjärjestelmän hallinta tapahtuu keskikonsolin kosketusnäytön kautta.

3.23 Pyörien roiskesuojat

Direktiivin 78/549/ETY [35] mukaan yleisenä vaatimuksena roiskeruojoille on, että niiden on suojeltava muita tienkäyttäjiä mahdollisimman hyvin tieltä sinkoilevilta kiviltä, soralta sekä muulta vastaavalta. Lokasuojan tulee peittää rengas koko leveydeltään 30 ja 50 asteen kulmissa kuvan 48 osoittamalla tavalla. Lokasuojan pitää loppua linjan A alapuolelle (150 mm renkaan keskilinjan yläpuolella) Lokasuojan ulkoreunan syvyyden P tulee olla vähintään 30 mm. Vaatimuksenmukaisuus tulee osoittaa B-tason mukaisesti.



Kuva 48. Pyörien roiskesuojien vaatimukset

Biofore-konseptiauton pyörien roiskesuojat on mitattu ajoneuvon tavallisessa asennossa ilmajousituksen joustomatkan puolivälissä (kuva 49). Lokasuoja peittää renkaan koko renkaan leveydeltä, renkaan keskipisteestä eteenpäin 30 ja taaksepäin 50 asteen kulmassa lähtevän sektorin kattamalta alueelta. Lokasuojan ulkoreunan syvyys on edessä ja takana keskimäärin 45 mm.



Kuva 49. Biofore-konseptiauton pyörien roiskesuojat

3.24 Pääntuet

Biofore-konseptiauton tyyppihyväksytyihin Recaro Style -istuiimiin kuuluu tyyppihyväksytyt pääntuet ja näin ollen ne täyttävät direktiivin 78/932/ETY [36] vaatimukset, eikä näiden osalta tarvita muita osoituksia.

3.25 Moottorin teho

Moottorin tehonmittauksen määrittelee direktiivi 80/1269/ETY [37]. Mittaustilanteessa imuilman lämpötila mitataan 15 cm:n päästä ilmanottoaukon reunasta ja lämpötilan on oltava 283 – 313 K. Käytettävän polttoaineen on oltava jokin yleisessä myynnissä oleva polttoaine.

Biofore-konseptiautossa on Volkswagenin 1,2 TDI diesel-moottori, jossa on erikseen ohjelmoitavissa oleva NIRA i7rs -moottorinohjausyksikkö.

Moottorin teho mitattiin Metropolia Ammattikorkeakoulun autolaboratoriossa 26.8.2014 MAHA LPS 300 PWK -moottoridynamometrillä, ja testiraportti on liitteenä 7. Lämpötila

mittauksen aikana oli 23 °C eli 296 K ja polttoaineena käytettiin Neste Dieseliä. Testi-raportti esitetään yksittäishyväksynnän yhteydessä.

3.26 Massat ja mitat

Ajoneuvon massat ja mitat tulee mitata direktiivin 92/21/ETY [38] määrittelemällä tavalla. Tällöin ajoneuvon massat esitetään taulukon 5 mukaisesti ja siitä mitataan omamassa ja kokonaismassan lisäksi akselimassat ja ajokuntoinen massa. Valmistaja voi itse määrittää kokonaismassan ja Bioforen osalta on käytetty yhden henkilön massana 75 kg ja näin ollen kokonaismassa on 300 kg suurempi kuin ajoneuvon omamassa. Lisäksi ajoneuvosta tulee ilmoittaa taulukon 5 mukaiset mitat.

Taulukko 5. Biofore-konseptiauton massat ja mitat

Massat ja akselikuormaukset	Kuormittamaton =omamassa (mitattu)	Täydellä kuormituksella =kokonaismassa (laskettu)	Suurin sallittu kuorma akseleilla	Ajokuntoinen (omamassa+ kuljettaja)
Etuakseli	675	810	810	
Taka-akseli	435	600	600	
Yhteensä	1110 kg	1410 kg	1410 kg	1185 kg

Pituus: 3860 mm

Leveys ilman peilejä: 1775 mm

Leveys peilien kanssa: 1962 mm

Korkeus: 1610 mm

Akseliväli: 2470 mm

Raidevälit: 1565 mm

Taka-akselin leveys: 1470 mm

Keulan ylitys: 690 mm

Perän ylitys: 600 mm

Omamassan jakautuminen akseleille	Kuormittamaton =omamassa (mitattu)	Kuormittamaton % jakauma	Kuormitettu	Kuormitettu % jakauma
Etuakseli	675	60,8	810	57,4
Taka-akseli	435	39,2	600	42,6
Yhteensä	1110	100	1410	100

3.27 Turvalasit

Ajoneuvon laseja koskevat määräykset on esitetty direktiivissä 92/22/ETY [39] ja sen mukaan kaikkien lasien, tyypistä riippumatta on oltava ns. turvalaseja, jotka törmäystilanteessa eivät aiheuta lasiin vaarallisia teräviä reunoja vaan pirstaloituvat. Kaikkien lasien on oltava tyyppihyväksytyjä sekä lisäksi niiden tulee täyttää omalla lasityypille määritellyt vaatimukset.

Biofore-konseptiauton tuulilasi on tyyppihyväksytty laminoitu Pilkington Laminated E17 43R-00184 -tuulilasi. Muut sivulasit ovat myös laminoituja Pilkingtonin turvalaseja. Kattolasi on akryylia, joten sen osalta haetaan poikkeuslupa. Biofore-konseptiauton lasien osanumerot:

- etusivulasit: Pilkington Laminated 43R-00432
- takasivulasit: Pilkington Laminated 43R-00431
- takalasi: Pilkington Laminated 43R-00431
- kattolasi: akryylia.

3.28 Renkaat

Autossa on tyyppihyväksytyt Michelin Pilot Sport3 205/45 R17 84W -renkaat. Direktiivin 92/23/ETY [40] vaatimukset renkaiden osalta koskevat siis vain asennusvaatimuksia. Renkaiden nopeusluokka W tarkoittaa maksiminopeutta $W = 270 \text{ km/h}$ ja kantavuusluokka 84 tarkoittaa, että yhden renkaan maksimikantavuus on 500 kg [41].

Auton suurin sallittu massa on 1410 kg ja maksiminopeus 140 km/h, joten renkaat ovat riittävät.

4 Jatkoimenpiteet

Biofore-konseptiautolle suoritettiin ensimmäinen rekisteröintikatsastus Mäntsälän Auto-katsastuksessa 31.10.2014. Ensimmäisen rekisteröintikatsastuksen tarkoituksena oli kartoittaa ajoneuvossa olevia puutteita ja hyväksyä vaatimusten mukaiset kohteet. Ajoneuvosta löytyi vielä puutteita, joten lopullista hyväksyntä yksittäishyväksyntätodistusta ei katsastuksen yhteydessä saatu. Ajoneuvolle suoritetaan uusintakatsastus kun puutteet on korjattu. Samalla varmistetaan, että jo hyväksytyt kohteet ovat pysyneet ennallaan. Seuraavien kohteiden osalta ei pystytä suorittamaan kaikkia vaadittuja testejä tai niillä ei ole tarvittavia hyväksyntöjä, joten niiden osalta haetaan poikkeuslupa:

- peilien omavalmisteisuus
- turvavöiden kiinnityspisteiden käytännön testin puuttuminen
- kattolasin tyyppihyväksynnän puute
- päästöjen osalta poikkeuslupa jatkokehityksen vuoksi

Poikkeusluvut haetaan sähköisesti Trafin lupapalvelusta ja hakemukseen tulee liittää selkeä kuvaus, miksi poikkeuslupaa haetaan ja miksi vaatimuksenmukaisuuden osoittaminen vaaditulla tavalla ei ole onnistunut. Tarvittavista toimenpiteistä aiheutuvat kustannukset eivät pääsääntöisesti ole riittävä syy poikkeusluvan myöntämiselle [3], joten kohteista tulee tehdä huolellinen selvitys ja niitä haettaessa voidaan hyödyntää tässä insinööriyössä tehtyä selvitystyötä.

Ajoneuvossa tulee olla myös luvattoman käytön estävä laite, eli ajonestolaite, mutta sitä ei Biofore-konseptiautossa vielä ole. Tämän kohteen kehitys jatkuu, ja laite valmistuu ennen uusintakatsastusta.

Sähkömagneettisen yhteensopivuuden osoittamiseksi ajoneuvolle tehdään uusi EMC-mittaus. Mittausta ennen ajoneuvon korisähköt sekä ohjauslaitteet suunnitellaan ja toteutetaan uudestaan. Korisähköt suojataan metallisukalla sähkömagneettisen säteilyn vähentämiseksi ja ohjauslaitteiden muoviset laatikot vaihdetaan metallisiin.

Katsastuksen yhteydessä ajoneuvoa tarkastettaessa havaittiin puutteita, joista osa oli etukäteen tiedossa ja osa ei. Katsastuksen yhteydessä käytiin läpi tarvittavat muutokset.

Etukäteen tiedetyt puutteet, jotka on käsitelty tässä insinöörityössä tai joiden jatkokehitys on vielä kesken:

- hallintalaitteiden merkinnät puutteelliset
- ajoneston kehitys kesken
- nopeusmittari ei ole toiminnassa eikä sen tarkkuutta ole mitattu
- ajovalojen korkeuden säätö paineilmajousituksella
- tuulilasin pyyhkijöille 2 eri nopeutta
- ulkopuolisten taustapeilien säätömahdollisuus

Katsastuksen suorittava katsastusviranomainen halusi myös muutaman kohteen osalta tarkennuksia tai muutoksia. Lasien asennustavasta tulee esittää raportti, valmistenumeron molempiin pätyihin tulee lisätä päätymerkit sekä takaheijastimien paikka tulee muuttaa korkeudelle 250 – 900 mm maasta mitattuna.

Muut kohteet saivat hyväksynnän ja niiden osalta vaatimuksenmukaisuus on osoitettu hyväksyttävällä tavalla.

5 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli selvittää yksittäishyväksynnän kulkua sekä tuottaa vaatimuksenmukaisuustodistus Biofore-konseptiauton rekisteröintikatsastusta varten. Työssä selvitettiin yksittäishyväksynnän kulkua valmistajan näkökulmasta kaikkien yksittäishyväksyntään vaadittujen kohteiden osalta ja kaikkien valmiiden kohteiden osalta vaatimuksenmukaisuus on osoitettu tavoitteiden mukaisesti. Biofore-konseptiauton kehitys on kuitenkin vielä kesken ja siksi muutama kohde jäi tämän insinööriyön ulkopuolelle. Laajan selvitystyön lisäksi tehtiin myös paljon luku- ja lujuuslaskelmia ja käytännön testejä.

Selvitystyö koostui pääosin direktiivien lukemisesta ja tiedon hankkimisesta Trafilta, katsastusasemilta sekä tutkimuslaitoksilta. Direktiivien tulkintaa hankaloitti se, että ne koskevat ensisijaisesti tyyppihyväksyntää hakevia ajoneuvoja ja niitä sovelletaan yksittäishyväksynnässä. Näin laajan direktiivimäärän soveltamiseen ei ole valmiita ohjeita ja siksi tiedon hankkiminen vaati aikaa.

Iso osa vaatimuksenmukaisuustodistuksen laatimisesta muodostui lujuusanalyysistä ja kiinnityspisteiden kestävyys osoittamisesta. Näiden tekemiseen ei ole tarkempia rajoituksia direktiiveissä, joten laskelmat päädyttiin tekemään osittain tietokoneohjelman avulla ja osittain itse laskemalla. Etenkin 3D-mallien teko ja lujuusanalyysiohjelman käyttö oli itsessään aikaa vievä laaja kokonaisuus.

Käytännön testien valmistelu ja suorittaminen oli myös aikaa vievä kokonaisuus tässä työssä. Valmistajalta vaadittujen testien tuli olla direktiivien määrittelemiä ja niiden raportoinnin tuli olla huolellista, joten pelkästään testien valmistelu määritelmien mukaan oli haastavaa. Käytännön testien suorittamisessa onnistuttiin hyvin. Keskeneräisten kohteiden kuten nopeusmittarin osalta esitettyjä testejä ei voitu kuitenkaan suorittaa.

Insinööriyön tavoitteisiin päästiin hyvin ja selvitystyö oli onnistunut. Biofore-konseptiauton rekisteröintiä varten tulee ajoneuvoon tehdä vaaditut muutokset ja korjaukset ja niiden osalta selvitys. Tämä työ toimii pohjana poikkeuslupahakemuksille sekä rekisteröinnin eteenpäin viemiselle.

Lähteet

- 1 Liikenne- ja viestintäministeriön asetuksen 1248/2002 liite 8 autojen ja perävaunujen rakenteesta.
- 2 Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. 2014. Yksittäishyväksyntä. Verkkodokumentti. <http://www.trafi.fi/tieliikenne/luvat_ja_hyvaksynnat/yksittaishyvaksynta>. Luettu 21.10.2014.
- 3 Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. 2014. Poikkeusluvat. Verkkodokumentti. <<http://www.trafi.fi/tieliikenne/katsastukset/poikkeusluvat>>. Luettu 21.10.2014.
- 4 Neuvoston direktiivi 70/157/ETY. Koonnos 01971L0320-20130701. Moottoriajoneuvojen sallittua melutasoa ja pakojärjestelmää koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 5 UN Regulation No. 51. Rev.2 . Noise of M and N categories of vehicles.
- 6 Neuvoston direktiivi 70/221/ETY. Koonnos 01970L0221-20130701. Moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen polttoainesäiliöitä ja alleajosuojia koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 7 Tekniikan kaavasto. 2008. Tampere: Amk-kustannus Oy Tammertekniikka
- 8 Airila, Mauri ym. 2010. Koneenosien suunnittelu. Helsinki: WSOYpro Oy.
- 9 Karhunen, Jouko ym. 2006. Lujuusoppi. Espoo: Otatieto.
- 10 Lavi, Markku. 2014. Lehtori, Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy, Helsinki. Sähköpostiviesti 21.10.2014.
- 11 Komission asetus 1003/2010. Moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen takarekisterikilpien asentamiselle ja kiinnittämiseksi varattavaa tilaa koskevista tyyppihyväksyntävaatimuksista ja moottoriajoneuvojen, niiden perävaunujen sekä niihin tarkoitettujen järjestelmien, osien ja erillisten teknisten yksiköiden yleiseen turvallisuuteen liittyvistä tyyppihyväksyntävaatimuksista annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 661/2009 täytäntöönpanosta.
- 12 Neuvoston direktiivi 70/311/ETY. Koonnos 01970L0311-19990216. Moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen ohjauslaitteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 13 Neuvoston direktiivi 74/297/ETY. Koonnos 01974L0297-19911231. Moottoriajoneuvojen sisävarusteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.

- 14 Neuvoston direktiivi 70/387/ETY. Koonnos 01970L0387-20010601. Moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen ovien koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 15 Neuvoston direktiivi 70/388/ETY. Koonnos 01970L0388-20130701. annettu 27 päivänä heinäkuuta 1970, moottoriajoneuvojen äänimerkinantolaitteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 16 Euroopan parlamentin ja Neuvoston direktiivi 2003/97/EY. Koonnos 02003L0097-20130701. Epäsuoran näkemän tarjoavien laitteiden sekä tällaisilla laitteilla varustettujen ajoneuvojen tyyppihyväksyntää koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä, direktiivin 70/156/ETY muuttamisesta ja direktiivin 71/127/ETY kumoamisesta.
- 17 Neuvoston direktiivi 71/320/ETY, Koonnos 01971L0320-20130701. Tiettyjen ajoneuvoluokkien moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen jarrulaitteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 18 Neuvoston direktiivi 72/245/ETY. Koonnos 01972L0245-20130701. Ottomoottorilla varustettujen moottoriajoneuvojen radiohäiriöiden vaimennusta koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 19 Neuvoston direktiivi 74/60/ETY. Koonnos 01974L0060-20000408. Moottoriajoneuvojen sisustusta (muut matkustajatilat sisäiset osat kuin taustapeilit, hallintalaitteiden sijoittelu, katto tai kattoluukku, selkänojat ja istuimien takaosat) koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 20 Recaro Style Technical Information Instruction manual No. 370514. 2011. Recaro Automotive GmbH & Co.
- 21 Neuvoston direktiivi 74/408/ETY. Koonnos 01974L0408-20130701. Moottoriajoneuvojen sisustusta (istuimien ja niiden kiinnityspisteiden lujuuksia) koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 22 Neuvoston direktiivi 74/483/ETY. Koonnos 01974L0483-20130701. Moottoriajoneuvojen ulkonevia osia koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 23 Neuvoston direktiivi 75/443/ETY. Koonnos 01975L0443-19970725. Moottoriajoneuvojen nopeudenmittaus- ja peruutuslaitteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 24 Neuvoston direktiivi 76/114/ETY. Koonnos 01976L0114-20130701. Moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen lakisääteisiä kilpiä ja merkintöjä sekä niiden sijaintia ja kiinnitysmenetelmää koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.

- 25 Neuvoston direktiivi 77/541/ETY. Koonnos 01977L0541-20130701. Moottoriajoneuvojen turvavöitä ja turvajärjestelmiä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 26 Neuvoston direktiivi 76/115/ETY. Koonnos 01976L0115-20051020. Moottoriajoneuvojen turvavöiden kiinnityspisteitä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 27 Neuvoston direktiivi 76/756/ETY. Koonnos 01976L0756-20081015. Moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen valaisimien ja merkkivalolaitteiden asennusta koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 28 Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín ohje TRAFI/336/05.03.45/2012. Auton ja sen perävaunun sekä hinattavan laitteen valaisinvaatimuksia.
- 29 Neuvoston direktiivi 77/389/ETY. Koonnos 01977L0389-19961031. Moottoriajoneuvojen hinauslaitteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 30 Neuvoston direktiivi 77/649/ETY. Koonnos 01977L0649-19901206. Moottoriajoneuvojen kuljettajien näkökenttää koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 31 Neuvoston direktiivi 78/316/ETY. Koonnos 01978L0316-19931119. Moottoriajoneuvojen sisällä käytettäviä varusteita (hallintalaitteiden, ilmaisimien ja osoittimien kuvatunnuksia) koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 32 Neuvoston direktiivi 78/317/ETY. Moottoriajoneuvojen lasipintojen huurteen- ja sumunpoistojärjestelmiä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 33 Neuvoston direktiivi 78/318/ETY. Koonnos 01978L0318-20130701. Moottoriajoneuvojen pyyhin- ja pesinjärjestelmiä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 34 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2001/56/EY. Koonnos 02001L0056-20130701. Moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen lämmityslaitteista, neuvoston direktiivin 70/156/ETY muuttamisesta ja neuvoston direktiivin 78/548/ETY kumoamisesta.
- 35 Neuvoston direktiivi 78/549/ETY. Koonnos 01978L0549-19950120. Moottoriajoneuvojen lokasuojia koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 36 Neuvoston direktiivi 78/932/ETY. Koonnos 01978L0932-20130701. Moottoriajoneuvojen istuimien niskatukia koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.

- 37 Neuvoston direktiivi 80/1269/ETY. Koonnos 01980L1269-20131231. Moottoriajoneuvojen moottorien tehoa koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä.
- 38 Neuvoston direktiivi 92/21/ETY. Koonnos 01992L0021-19951020. M1-luokan moottoriajoneuvojen massoista ja mitoista.
- 39 Neuvoston direktiivi 92/22/ETY. Koonnos 01992L0022-20011128. Turvalaseista ja lasimateriaaleista moottoriajoneuvoissa ja niiden perävaunuissa
- 40 Neuvoston direktiivi 92/23/ETY. Koonnos 01992L0023-20060101. Moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen renkaista ja renkaiden asentamisesta.
- 41 Rengasvalmistajat. 2014. Rengasmerkinnät. Verkkodokumentti. <<http://www.rengasvalmistajat.fi/17>>. Luettu 22.9.2014.

Liikenne- ja viestintäministeriön asetuksen 1248/2002 liite 8

4

Koh ta	Kohde	Direktiivi/ EY- asetus	E-sääntö	Vaatimustenmukaisuuden osoittamistapa					
				H ¹⁶ /I	H	H ¹⁶ /I	H/I ¹⁴	H/ E ¹⁷	H
9	Jarrutus ¹⁵	71/320/ETY	13, 13H, 90						
10	Sähkömagneettinen yhteensopivuus	72/245/ETY	10	A ¹⁸ C ¹⁹ /I	A ¹⁸ C ¹⁹	A ¹⁸ C ¹⁹ /I	A ¹⁸ C ¹⁹ /I ¹⁴	A ¹⁸ C ¹⁹	A ¹⁸ C ¹⁹
11	Dieselin savutus (Kumottu 2.1.2013 alkaen)	72/306/ETY	24	H	H	H	H		
12	Sisävarusteet	74/60/ETY	21	C					
13	Luvattoman käytön estävät laitteet	74/61/ETY	18, 97, 116	C/I X ²⁰	C	C/I X ²⁰	C/I ¹⁴		
14	Ohjauslaitteen käyttäytyminen törmäyksessä	74/297/ETY	12	C/I		C/I			
15	Istuinten lujuus	74/408/ETY	17, 80	C/I	C	C/I	C/I ¹⁴		
16	Ulkonevat osat	74/483/ETY	26	C					
17	Nopeusmittari ja peruutusvaihte	75/443/ETY	39	C	C	C	C		
18	Lakisääteiset kilvet	76/114/ETY EU N:o 19/2011	-	E	E	E	E	E	E
19	Turvavöiden kiinnityspisteet	76/115/ETY	14	B/I ²¹	C	C/I	C/I ¹⁴		
20	Valaisimien ja merkkivalolaitteiden asennus	76/756/ETY	48	H ²²	H ²²	H ²²	H ²²	C ²²	H ²²
21	Heijastimet	76/757/ETY	3	X/I	X	X/I	X/I ¹⁴	X	X
22	Ääri-, etu-, taka-, jarru-, huomio- ja sivuvalaisimet	76/758/ETY	7, 87, 91	X/I	X	X/I	X/I ¹⁴	X	X
23	Suuntavalaisimet	76/759/ETY	6	X/I	X	X/I	X/I ¹⁴	X	X
24	Takarekisterikilven valaisimet	76/760/ETY	4	X/I	X	X/I	X/I ¹⁴	X	X
25	Ajovalaisimet (myös polttimot)	76/761/ETY	1, 5, 8, 20, 31, 37, 98, 99, 112, 123	X/I ²³	X	X/I ²³	X/I ^{14, 23}		
26	Etusumovalaisimet	76/762/ETY	19	X/I	X	X/I	X/I ¹⁴		
27	Hinauslaitteet	77/389/ETY/ EU N:o 1005/2010	-	B	B	B	B		
28	Takasumovalaisimet	77/538/ETY	38	X/I	X	X/I	X/I ¹⁴	X	X

Koh- ta	Kohde	Direktiivi/ EY- asetus	E-sääntö	Vaatimustenmukaisuuden osoittamistapa					
29	Peruutusvalaisimet	77/539/ETY	23	X/I	X	X/I	X/I ¹⁴	X	X
30	Pysäköintivalaisimet	77/540/ETY	77	X/I	X	X/I	X/I ¹⁴		
31	Turvavyöt	77/541/ETY	16, 44	X/I ²⁴ E ¹³	X ²⁴ E ¹³	X/I ²⁴ E ¹³	X/I ^{14,24} E ¹³		
32	Näkyvyys eteen	77/649/ETY	125	E	E	E	E		
33	Hallintalaitteiden mer- kinnot	78/316/ETY	121	E	E	E	E		
34	Huurteen- /sumunpoistolaitteet	78/317/ETY EU N:o 672/2010	-	E	E	E	E		
35	Pesimet/pyyhkimet	78/318/ETY EU N:o 1008/2010	-	E	E	E	E		
36	Lämmitysjärjestelmät	2001/56/EY	122	C	C	C	C	C	C
37	Pyörien roiskeuojat	78/549/ETY EU N:o 1009/2010	-	B					
38	Pääntuet	78/932/ETY	17, 25	E ²⁶					
39	CO2- päästöt/polttoaineen kulutus (Kumottu 2.1.2013 al- kaen)	80/1268/ETY	101	H ²⁷		H ²⁷			
40	Moottorin teho	80/1269/ETY (Kumottu 31.12.2013 alka- en)	85	C	A	C	C ¹⁴ A ⁵		
41	Raskaiden hyötyajo- neuvojen päästöt	2005/55/EY (Kumottu 31.12.2013 alka- en)	85	H ³	H ³	H ³	H ^{3, 14} H ⁵		
41 a	Raskaiden hyötyajo- neuvojen päästöt (Euro VI)/tietojen saatavuus	EY N:o 595/2009	49	H ³	H ³	H ³	H ³		
42	Sivusuojaus	89/297/ETY	73				H		H
43	Roiskeenestojärjestel- mät	91/226/ETY EU N:o 109/2011	-			E ²⁵	H	E ²⁵	H
44	Massat ja mitat (M1)	92/21/ETY	-	C					
45	Turvalasit	92/22/ETY	43	X ¹² /I ¹²	X ¹²	X ¹² /I ¹²	X ¹² /I ¹²	B ¹²	B ¹²

Koh- ta	Kohde	Direktiivi/ EY- asetus	E-sääntö	Vaatimustenmukaisuuden osoittamistapa					
				B ¹² /I ¹³	B ¹³	B ¹³ /I ¹³	¹⁴ B ¹³ /I ¹³	B ¹³	B ¹³
46	Renkaat	92/23/ETY (Kumottu 1.11.2017 alka- en)	30, 54, 64, 117	X ¹² /I ¹² , ₂₉ C ¹³ /I ¹³ , ₂₉	X ¹² C ¹³	X ¹² /I ²⁹ C ¹³	X ¹² /I ²⁹ , ₁₄ C ¹³ /I ²⁹ , ₁₄	X ¹² C ¹³	X ¹² C ¹³
47	Nopeudenrajoitin	92/24/ETY	89		H		H		
48	Massat ja mitat (muut kuin M1)	97/27/EY	-		H ²⁰	C	C ²⁰	C	C ²⁰
49	Ohjaamon ulkonevat osat	92/114/ETY	61			H/I	H/I ¹⁴		
50	Kytentäälaitteet	94/20/EY	55,10	X ¹² C ¹³	X ¹² C ¹³	X ¹² C ¹³	X ¹² C ¹³	X ¹² /A ²¹ C ¹³	X ¹² C ¹³
51	Paloturvallisuus	95/28/EY	118		A ⁴ N/A ³²				
52	Linja-auton korirakenne	2001/85/EY	66,11, 107		A/H ³³				
53	Etutörmäys	96/79/EY	94	C ³⁴ /I N/A ³⁵					
54	Sivutörmäys	96/27/EY	95	C ³⁴ /I N/A ³⁵		C ³⁴ N/A ³⁵			
56	Vaarallisten aineiden kuljetusajoneuvot	98/91/EY	105			H	H	H	H
57	Alueajosuojia edessä	2000/40/EY	93				H		
58	Jalankulkijoiden suojelu	2003/102/EY (kumottu 24.11.2009 alka- en) EY N:o 78/2009	127	X ¹² C ¹³ C ³⁴ N/A		X ¹² C ¹³ C ³⁴ N/A			
59	Kierrätettävyyys	2005/64/EY	-	N/A		N/A			
60	Etusuojajärjestelmä	2005/66/EY (ku- mottu 24.11.2009 alka- en) EY N:o 78/2009	-	X ¹² C ¹³ C ³⁴		X ¹² C ¹³ C ³⁴			
61	Ilmastointijärjestelmä	2006/40/EY	-	A ¹² /I C ¹⁹		A ¹² /I C ¹⁹			
62	Vetyjärjestelmä	EY N:o 79/2009	-	H	H	H	H		
63	Yleinen turvallisuus	EY N:o 661/2009	-	C ³⁷	C ³⁷	C ³⁷	C ³⁷	C ³⁷	C ³⁷
64	Vaihtamisopastimet	EU N:o 65/2012	-	B					
65	Kehittyneet hätäjaru- tusjärjestelmät	EU N:o 347/2012	131		A		A		

Koh- ta	Kohde	Direktiivi/ EY- asetus	E-sääntö	Vaatimustenmukaisuuden osoittamistapa				
66	Kaistavahtijärjestelmät	EU N:o 351/2012	130		A		A	
67	Nestekaasua varten tarkoitettujen erikoisosat ja niiden asennus moot- torijoneuvoihin	EY N:o 661/2009	67	A ¹² C ¹³	A ¹² C ¹³	A ¹² C ¹³	A ¹² C ¹³	
68	Ajoneuvojen hälytysjär- jestelmät	EY N:o 661/2009	97	H		H		
69	Sähköturvallisuus	EU N:o 407/2011	100	H ²⁶	H ²⁶	H ²⁶	H ²⁶	
70	Maakaasua varten tar- koitettujen erikoisosat ja niiden asennus mootto- rijoneuvoihin	EY N:o 661/2009	110	A ¹² C ¹³	A ¹² C ¹³	A ¹² C ¹³	A ¹² C ¹³	

Tässä liitteessä vaatimustenmukaisuus voidaan osoittaa seuraavilla tavoilla:

- X: Hyväksynnän hakijan toimittamalla ETA-valtion tai Ahvenanmaan maakunnan hyväksyntäviranomaisen myöntämällä EY-tyyppihyväksyntätodistuksella, asianomais-
ta E-sääntöä soveltavan valtion hyväksyntäviranomaisen myöntämällä E-
tyyppihyväksyntätodistuksella tai näiden todistusten mukaista hyväksyntää osoit-
tavalla hyväksymismerkinnällä.
- A: Nimetyn tutkimuslaitoksen taikka muun ETA-valtion ilmoittaman tutkimuslaitoksen
pätevyysaluettaan vastaavalla selvityksellä.
- H: Hyväksytyn asiantuntijan pätevyysaluettaan vastaavalla selvityksellä.
- B: Valmistajan suorittamistaan testeistä laatimalla raportilla: säädöksen teknisiä mää-
räyksiä on noudatettava ja säädöksessä säädetty testit on suoritettava.
- C: Hakijan on hyväksynnän tai katsastuksen suorittajaa tyydyttävällä tavalla osoitet-
tava, että säädöksen keskeiset vaatimukset täyttyvät.
- E: Hyväksynnän tai katsastuksen yhteydessä tehtävässä ajoneuvon tarkastuksessa.
- I: Ajoneuvolle, joka on valmistettu suurina sarjoina yhdysvaltalaisia, japanilaisia, ko-
realaisia tai kanadalaisia markkinoita varten, osoituksena vaatimusten täyttymises-
tä yksittäishyväksynnässä ja rekisteröintikatsastuksessa hyväksytään valmistajan
tai toimivaltaisen viranomaisen selvitys siitä, että ajoneuvo täyttää kyseisen maan
mallivuotta koskevat vaatimukset tai tätä ilmaiseva hyväksymismerkintä.
- N/A: Tätä säädöstä ei sovelleta (ei vaatimuksia).

Vaihtoehtona taulukossa määritetyille vaatimustasolle käy ylempitasoinen osoitta-
mistapa (järjestyksessä X, A, H, B, C, E). Osoittamistapaa I sovelletaan vain sitä
koskevan määritelmän mukaisiin ajoneuvoihin.

Kohtia 2, 2a, 3 (polttonestesäiliöiden osalta), 11, 39, 41 ja 41a ei sovelleta sähkökäyttöiseen ajoneuvoon, jossa ei ole polttomoottoria.

¹ Ohiajotesti ja staattinen testi edellytetään. Testit voidaan tehdä EU-asetuksessa 183/2011 mainituin poikkeuksin. Testausradan korrelaatiotestiä ei edellytetä, jos rata ei vaimenna melua vaatimukset täyttävään testausrataan verrattuna. Ajoneuvoa koskevaan melun raja-arvoon lisätään sovellettavaan testausmenettelyyn sisältyvän toleranssin lisäksi 2 dBA. Rekisteröinti- tai muutokatsastuksen tai yksittäishyväksynnän suorittaja kirjaa staattisen testin tuloksen rekisteritietoihin.

² Vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa sovelletaan EU-asetuksessa 183/2011 mainittuja poikkeuksia.

³ Vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa sovelletaan EU-asetuksessa 183/2011 mainittuja poikkeuksia. Tietojen saatavuutta koskevia säännöksiä ei sovelleta.

⁴ Sovelletaan M3-luokan ajoneuvoon

⁵ Sovelletaan N3-luokan ajoneuvoon

⁶ Sovelletaan ajoneuvoihin, joissa on muu kuin muovinen säiliö

⁷ Sovelletaan ajoneuvoihin, joissa on muovinen säiliö

⁸ Sovelletaan ajoneuvoihin, joissa on LNG tai CNG-kaasusäiliö

⁹ Koskee alleajosuojavaatimusta niiden ajoneuvojen osalta, joissa korin mitoitus on sellainen, ettei erillistä alleajosuojaa vaadita ja alleajosuojan asennusta silloin kun alleajosuojaa on komponenttina hyväksytty.

¹⁰ Ohjausmekanismin tulee varmistaa kääntöympyrän pysyvyys. Tämä voidaan varmistaa suorittamalla testi, joka on direktiivin 70/311/ETY liitteessä I olevan 5.2.3 kohdan mukainen. Testi voidaan suorittaa kuormittamattomana. Kompleksinen elektroninen ohjausjärjestelmä sallitaan vain silloin, kun se täyttää E-säännön nro 79 liitteen 6 vaatimukset.

¹¹ Sovelletaan ajoneuvoihin, jossa ei ole ohjaavia eikä ohjautuvia akseleita

¹² Koskee osaa

¹³ Koskee asennusvaatimuksia

¹⁴ Sovelletaan N2-luokan ajoneuvoon

¹⁵ Vaihtoehtoisesti voidaan soveltaa paineilmajarruilla varustettujen autojen ja niiden perävaunujen jarrujen vaatimustenmukaisuuden osoittamisesta annettua liikenne- ja viestintäministeriön asetusta (257/2009). Kuorma-autoon, jonka jarrujärjestelmä on E-tai EY-tyyppiä hyväksytty, voidaan hyväksyä perusajoneuvon valmistajan asentama mainitun asetuksen 17 §:ssä tarkoitettu perävaunun jarrujen käsiohjausventtiili sillä edellytyksellä, että hyväksytty asiantuntija on todennut asennustavan asianmukaiseksi. Ajoneuvon hyväksynnässä on esitettävä paineilmakeaavio, josta asennustapa ilmenee ja hyväksytyn asiantuntijan antama todistus, jonka ei tarvitse olla ajoneuvokohtainen. Jarruvalojen on kytkettyä päälle käsiohjausventtiiliä käytettäessä. Mainitun asetuksen 17 §:n 2 momentissa säädetyn maksimipaineen saa ylittää. Venttiilistä tehdään mainitun asetuksen 17 §:ssä tarkoitettu merkintä rekisteriin.

¹⁶ Käyttöjarrulle on tehtävä direktiivin 71/320/ETY liitteessä II olevassa 1.2.2 ja 1.2.3 kohdassa määritelty tyyppi 0 -testi ja 1.3 kohdassa määritelty tyyppi I -testi.

¹⁷ Jarrulaitteiden yhteensovituksen osalta osoituksena vaatimustenmukaisuudesta hyväksytään valmistajan toimittama yhteensovituslaskelma. Lisäksi hyväksyjä tarkistaa, että jarrulaitteet vastaavat laskelmassa ilmoitettuja.

¹⁸ Koskee elektronista asennelmaa

¹⁹ Koskee ajoneuvoa

²⁰ Jälkiasennettavan ajonestolaitteen tyyppin on oltava direktiivin tai E-säännön mukaisesti hyväksytty.

²¹ Kiinnityspisteiden lukumäärän tulee vastata EU-vaatimuksia.

²² Jäljempänä 21–26 ja 28–30 kohdassa mainittujen valaisimien ja merkkivalolaitteiden lukumäärästä, keskeisistä suunnitteluominaisuuksista, sähköliitännöistä ja aikaansaadun tai paluuheijastuvan valon väristä ei sallita poikkeuksia, ellei niistä ole erikseen muualla säädetty. Puuttuva heijastin tai valaisinlaite tulee asentaa ja niiden tulee olla EY- tai E-tyyppihyväksytyjä. Muita kuin EY- tai E-tyyppihyväksytyjä sallittuja lisävalaisimia ei saa asentaa.

²³ Ajoneuvoon asennetuista valaisimien lähivalon tuottamasta valaistuksesta on annettava vähintään hyväksytyn asiantuntijan selvitys siitä että se vastaa epäsymmetristä lähivaloa tuottavien valaisimien koskevan E-säännön nro 112 kohdan 6 tai soveltuvin osin E-säännön nro 98 tai 123 vaatimuksia. Vaatimuksia vastaava valonlähde voidaan asentaa käyttäen hyväksi ajoneuvon alkuperäisen valaisimen suojalasia tai -muovia, jos tällä ei ole vaikutusta valokuvioon.

²⁴ Jälkiasennettavien turvavöiden tulee vastata direktiivin 77/541/ETY tai E-säännön nro 16 vaatimuksia.

²⁵ Roiskesuojat: Vaatimusten osoittamiseen voidaan soveltaa 20 §:n vaatimuksia 31 päivään lokakuuta 2014 asti.

²⁶ Ensiasennettua pääntukea ei saa poistaa tai korvata vaatimuksia vastaamattomalla pääntuella.

²⁷ CO₂-tieto määritellään EU-vaatimusten mukaisen päästötestin yhteydessä tai jos sitä ei ole edellytetty tehtäväksi sovelletaan laskukaavaa EU-asetuksessa 183/2011.

²⁸ Poistettu.

²⁹ Koskee ainoastaan ensiasennusrenkaita

³⁰ Ajoneuvo, johon sovelletaan direktiiviä 97/27/EY, voidaan mainitun direktiivin 7 artiklan mukaisesti hyväksyä liikennekäyttöön ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen (1257/1992) 4 luvussa säädettyjen mittojen mukaisena. Ajoneuvo, johon sovelletaan Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 661/2009 täytäntöönpanosta moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen massojen ja mittojen tyyppihyväksyntävaatimusten osalta sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2007/46/EY muuttamisesta annettua komission asetusta (EU) N:o 1230/2012, voidaan mainitun asetuksen 6 artiklan mukaisesti hyväksyä liikennekäyttöön ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen 4 luvussa säädettyjen mittojen mukaisena.

³¹ Koskee vetoaisaa

³² Sovelletaan M2-luokan ajoneuvoon

³³ Sovelletaan A- ja B-alaluokan linja-autoihin

³⁴ Koskee ajoneuvoa muutokatsastuksessa ja EY-tyyppihyväksytystä ajoneuvosta muutettua ajoneuvoa rekisteröintikatsastuksessa ja yksittäishyväksynnässä.

³⁵ Ensiasennettua turvatyynyä ei saa poistaa tai korvata vaatimuksia vastaamattomalla turvatyynyllä.

³⁶ ks. 18 a §

³⁷ Vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa sovelletaan kunkin yleisen turvallisuusasetuksen osa-alueen osalta liitteen 8 kyseisessä kohdassa säädettyä menettelyä.

Hyväksytyn asiantuntijan lausunto jarruista ja melutasosta



TEST CENTER TIILILÄ OY
Mannerheimintie 20B
FI-00100 HELSINKI
www.test-center.fi
Autoalan asiantuntijapalvelut

Hyväksytyn asiantuntijan lausunto TCT-HA14-ME01

Hyväksytyn asiantuntijan lausunto ajoneuvon vaatimustenmukaisuudesta kansallista yksittäishyväksyntää/rekisteröintiä varten. Test Center Tiililä Oy on Liikenteen Turvallisuusviraston (TraFi) hyväksymä hyväksytty asiantuntija no. HA-0014.

Ajoneuvon tiedot:

Ajoneuvon merkki:	Metropolia
Ajoneuvon tyyppi:	Biofore
Ajoneuvon valmistenumero:	YKBM11410E21L0003
Ajoneuvoluokka:	M1
Valmistajan ilmoittama maksiminopeus:	120 km/h
Moottori:	VW 1.2L TDI 55kW (moottoritunnus CFWA)
Vaihteisto:	5 vaihteinen manuaali
Ajoneuvon suurin sallittu kokonaismassa:	1410 kg (valmistajan ilmoitus)
Valmistaja/asiakas:	Metropolia Ammattikorkeakoulu Kalevankatu 42, 00180 Helsinki

Vaatimustenmukaisuus

Kohde	(LVM asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista; Liite 8)	Direktiivi, E-Sääntö tai kansallinen vaatimus	Vaatimukset täyttyvät
1	Sallittu melutaso, ottaen huomioon kansalliset vaatimukset*	70/157/ETY - 2007/34/EY	Kyllä
9	Jarrut	71/320/ETY - 2006/96/EY	Kyllä

Lisätietoja

Kohde 9: Autossa on käytetty moottorin, voimansiirron ja jarrujärjestelmän osalta komponentteja VW Polo vm 2011 (6R, VIN VWVZZZ6RZBY093419) autosta. Takajarruissa lisäksi VW Golf III/VII komponentteja.

Ajoneuvossa ei ole lukkiutumaton jarrujärjestelmää.

Kohde 1: Liitteestä 8, alaviite 1*: "Ajoneuvoa koskevaan melun raja-arvoon lisätään sovellettavaan testausmenettelyyn sisältyvän toleranssin lisäksi 2 dBA". Tämä kohta huomioon ottaen M1 luokan ajoneuvolle raja-arvona voidaan pitää 77dB kansallisessa yksittäishyväksynnässä (mainitun direktiivin mukainen raja-arvo M1 luokan ajoneuvolle on 74dB, johon lisätään 1dB, jos moottori on suoraruiskutteinen dieselmoottori, lisäksi edellämainittu 2dB).

Kirkkonummi, 19. syyskuuta 2014

Petri Niiranen
Hyväksytty asiantuntija

Lausunnon liitteet:

Lausunto ja ajoneuvon valokuvat	4 sivua
Valmistajan toimittama komponenttiliista	1 sivu
Yhteensä	5 sivua

Internet linkki, josta voi tarkastaa Test Center Tiililä Oy:n hyväksytyn asiantuntijan pätevyysalueen:
http://www.trafi.fi/tieliikenne/luvat_ja_hyvaksynnat/hyvaksytyt_asiantuntijat



TEST CENTER TIILILÄ OY
Mannerheimintie 20B
FI-00100 HELSINKI
www.test-center.fi
Autoalan asiantuntijapalvelut

Hyväksytyn asiantuntijan lausunto

TCT-HA14-ME01

1. Melutasot, mittaustulokset

Ajoneuvon ohiajomelu					
Vaihe	Ajonopeus km/h Ajolinja A-A	Mittaustulokset dB(A)*			
		Vasen puoli		Oikea puoli	
2	49	75,9	75,9	76,5	76,7
3	50	74,8	74,9	76,2	76,1
Testitulokset				76 dB(A)	

Seisontamelu	
3/4 maks tehon pyörintänopeus	
1.mittaus	79,9 db(A)
2.mittaus	80,3 db(A)
3.mittaus	80,4 db(A)
Testitulokset	80 db(A)

* Melumittarin näyttämästä vähennetty 1dB(A), testitulokset on 2 ja 3 vaihteen suurin keskiarvo.

9. Jarrut, mittaustulokset

Kuormattu ajoneuvo (8)		Alkunopeus	Hidastuvuus mfdd (1)	Pysähtymis- matka (korjattu)(5)	Poljinvoima (3)
Vaihe vapaalla					
Käyttöjarru	80km/h	80,3 km/h	7,6 m/s ²	37,8 m	90 N

Kuormaamaton ajoneuvo (8)		Alkunopeus	Hidastuvuus mfdd (1)	Pysähtymis- matka (korjattu)	Poljinvoima (3)
Vaihe vapaalla					
Käyttöjarru	80km/h	80,4 km/h	7,9 m/s ²	35,1 m	60 N
Vaatus M1 ajoneuvolle alkunopeudella 80 km/h 5,8 m/s ² (s=50,7m) maksimi poljinvoima 500N					

Kuormattu ajoneuvo		Alkunopeus (4)	Hidastuvuus mfdd (1)	Pysähtymis- matka (korjattu)	Poljinvoima (3)
Vaihe kytkettynä					
Käyttöjarru		101,4 km/h	7,8 m/s ²	56,3 m	100 N
Käyttöjarru		80,3 km/h	8,9 m/s ²	31,1 m	140 N
Käyttöjarru		52,5 km/h	8,7 m/s ²	13,0 m	120 N

Kuormaamaton ajoneuvo		Alkunopeus	Hidastuvuus mfdd (1)	Pysähtymis- matka (korjattu)	Poljinvoima (3)
Vaihe kytkettynä					
Käyttöjarru		102,9 km/h	7,6 m/s ²	60,6 m	80 N
Käyttöjarru		81,3 km/h	7,7 m/s ²	34,1 m	75 N
Käyttöjarru		50,4 km/h	7,1 m/s ²	17,5 m	80 N
Vaatus M1 ajoneuvolle 5,0 m/s ² maksimi poljinvoima 500N					

Kuormattu ajoneuvo		Alkunopeus	Hidastuvuus mfdd (1)	Pysähtymis- matka (korjattu)	Poljinvoima (3)
Seisontajarru (6)					
Seisontajarru	30km/h	31,8 km/h	1,7 m/s ²	27,3 m	— N

Kuormattu ajoneuvo		Alkunopeus	Hidastuvuus mfdd (1)	Pysähtymis- matka (korjattu)	Poljinvoima (3)
Ilman jarrutehostinta (2)					
Käyttöjarru	80km/h	80,9 km/h	3,1 m/s ²	88,4 m	490 N

Kuormattu ajoneuvo		Alkunopeus	Hidastuvuus mfdd (1)	Pysähtymis- matka (korjattu)	Poljinvoima (3)
Jarrupiirivika (7)					
Jarrutus piirillä 1	80km/h	80,8 km/h	4,8 m/s ²	72,3 m	160 N
Jarrutus piirillä 2	80km/h	81,2 km/h	4,7 m/s ²	64,5 m	170 N
Vaatus M1 ajoneuvolle alkunopeudella 80 km/h 2,9 m/s ² (s=93,3m) maksimi poljinvoima 500N					

(1) Täysin kehittynyt hidastuvuus direktiivin mukaan

(2) Jarrutehostin kytketty pois käytöstä

(3) Jarrutuksen aikana esiintynyt maksimi poljinvoima

(4) Ajoneuvon maksiminopeus 120 km/h (valmistajan ilmoitus)

(5) Matka ilmoitettuna lasanopeudesta

(6) Sähkökäyttöinen, hidastuvuusvaatus 1,5 m/s²

(7) Piirit ristikkäin (toinen etupyörä ja vastakkainen takapyörä)

(8) Kuormaamaton massa 1253kg, kuormattu 1429kg



TEST CENTER TIILILÄ OY
Mannerheimintie 20B
FI-00100 HELSINKI
www.test-center.fi
Autoalan asiantuntijapalvelut

Hyväksytyn asiantuntijan lausunto

TCT-HA14-ME01

Ajoneuvoon ja testeihin liittyvää tietoa

<i>Ajoneuvo:</i>	<i>Metropolia Biofore</i>
<i>Moottori:</i>	<i>VW 1.2 TDI 1199cm³ (alun perin 55kW / 4200 1/min) CFMA</i>
<i>Katalysaattori/hiukkasloukku:</i>	<i>VW 6R0254700PX</i>
<i>Vaimennin:</i>	<i>Simons U35 5100R</i>
<i>Renkaat:</i>	<i>Michelin Pilot Sport3 205/45 R17</i>
<i>Jarrut edessä:</i>	<i>Jarrulevyt ja palat VW Polo 2011 (6R)</i>
<i>Jarrut takana:</i>	<i>Jarrulevyt VW Golf MkIII, jarrusatulat/palat VW Golf MkVII</i>
<i>Lukkiutumattomat jarrut:</i>	<i>Ei ole</i>
<i>Testipaikka:</i>	<i>Nummela lentokenttä</i>
<i>Aika:</i>	<i>17.9.2014</i>
<i>Olosuhteet:</i>	<i>Kuiva asfaltti, ilmanlämpötila 16-18 C</i>
<i>Mittalaitteet pääosin:</i>	<i>Nopeus, hidastuvuus, matka; VBOXIII (TW)</i>
	<i>Melumittaukset; B&K 2239A ja 2240 (TW)</i>
	<i>Massat; Intercomp Professional SW777 (Metropolia)</i>



TEST CENTER TIILILÄ OY
Mannerheimintie 20B
FI-00100 HELSINKI
www.test-center.fi
Autoalan asiantuntijapalvelut

Hyväksytyn asiantuntijan lausunto

TCT-HA14-ME01






Polttoainesäiliön testiraportti

Biofore-konseptiauton polttoainesäiliön testaus Päivämäärä: 14.8.2014 Testaaja: Jenni Jatila Polttoainesäiliön materiaali: alumiini Tilavuus: 19,6l				
Kumoamistesti 90% täyttöaste (17,6l)				
Asema	90° oikealle	180° oikealle	90°vasemmalle	180°vasemmalle
Aika (min)	5	5	5	5
Vuotoa	ei	ei	ei	ei
Kumoamistesti 30% täyttöaste (5,9l)				
Asema	90° oikealle	180° oikealle	90°vasemmalle	180°vasemmalle
Aika (min)	5	5	5	5
Vuotoa	ei	ei	ei	ei
Hydraulinen painetesti				
Paine yliaine (bar)	Aika (min)		Vuotoa	
0,5	2		ei	

Masino Rivkle -kierreniittien mekaaniset tiedot

BÖLLHOFF

RIVKLE® Mechanical specifications - Tekniske spesifikasjoner - Tuotteiden mekaaniset tiedot -
Tekniske spesifikasjoner - Mekaniska specifikationer

		Ø			
Steel	Stainless steel	M3	4 000 N	1,2 Nm	6,8 mm
Stål	Rostfritt stål	M4	6 800 N	3,0 Nm	8,6 mm
Teräs	Ruostumaton teräs	M5	10 000 N	6,0 Nm	10,1 mm
Stål	Rostfritt stål	M6	15 000 N	10,0 Nm	13,0 mm
Stål	Rostfritt stål	M8	27 000 N	24,0 Nm	15,0 mm
Stål	Rostfritt stål	M10	37 000 N	48,0 Nm	18,0 mm
Stål	Rostfritt stål	M12	54 000 N	82,0 Nm	22,4 mm
Aluminium		M3	2 500 N	0,7 Nm	6,8 mm
Aluminium		M4	4 000 N	2,0 Nm	8,6 mm
Alumiini		M5	5 500 N	4,0 Nm	10,1 mm
Alumiini		M6	8 300 N	6,0 Nm	13,0 mm
Aluminium		M8	13 000 N	15,0 Nm	15,0 mm
Aluminium		M10	20 000 N	27,0 Nm	18,0 mm
Aluminium		M12	28 000 N	45,0 Nm	22,4 mm

This applies to RIVKLE® plus and RIVKLE® blind rivet nuts and studs with the exception of the thin heads type 343 01, 343 08 and 343 21. All RIVKLE® steel blind rivet nuts and studs are zinc plated. The standard supplied surface treatment is 8µ Zinc/Nickel with clear passivate (ROHS compliant).

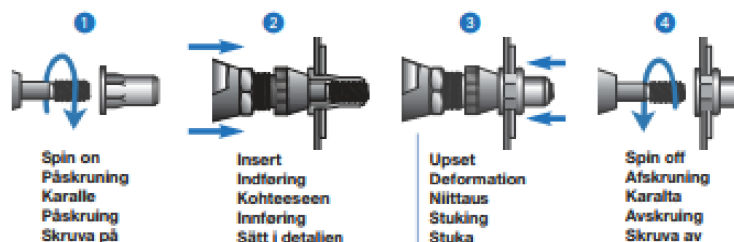
Dette gjelder RIVKLE® plus, RIVKLE® blindnitter og blindnitterbolte, undtagen typer med tynne hoder som 343 01, 343 08 og 343 21. Alle RIVKLE® blindnitter og blindnitterbolte i galvaniseret stål. De leveres som standard med en galvaniseret overflate på 8µ.

Nämä tekniset tiedot koskevat RIVKLE® plus- RIVKLE® -kierreniittimuttereita ja ruuveja lukuun ottamatta malleja, joissa on pienet kannet (343 01, 343 08 ja 343 21). Kaikki RIVKLE®-teräksiset kierreniittimutterit ja ruuvit ovat sinkittyjä. Vakiopintakäsittely on 8 µm sinkitys.

Dette gjelder RIVKLE® plus, RIVKLE® blindmuttere og blindskruer med unntak av modeller med tynne hoder som 343 01, 343 08 og 343 21. Alle RIVKLE® blindmuttere og blindskruer er i galvanisert stål. De leveres som standard med en galvanisert overflate på 8µ.

Uppgifterna gäller för RIVKLE® plus, RIVKLE® blindnitter och -skruvar, med undantag för liten skalle av typerna 343 01, 343 08 och 343 21. Alla RIVKLE®-blindnitter och -skruvar i stål är zinkpläterade. Standardytbehandlingen är 8µ zinkplätering.

RIVKLE® Setting - Montering - Asennus - Montering - Montering



	Steel Stål Teräs Stål Stål	Stainless steel Rustfritt stål Ruostumaton teräs Rustfritt stål Rostfritt stål	Aluminium Alumiini Alumiini Aluminium Aluminium
M3	3 500 N	3 500 N	1 900 N
M4	5 500 N	5 500 N	3 000 N
M5	8 000 N	8 000 N	3 800 N
M6	12 000 N	13 000 N	5 500 N
M8	18 000 N	20 000 N	10 000 N
M10	21 000 N	22 000 N	12 000 N
M12	23 000 N	28 000 N	15 000 N
M14	50 000 N	-	-

Crimping force
Monteringskraft
Puristusvoima
Tilitekningsmoment
Monterings kraft

Setting temperature: -30 to +80°C
Monteringstemperatur: -30 til +80°C
Asennustempötila: -30 - +80 °C
Monteringstemperatur: -30 til +80°C
Monteringstemperatur: -30 til +80°C

Sähkömagneettisen yhteensopivuuden testiraportti

EMC32 Report (all electronics on)

Common Information

Test Description: EMC32 Standard Report Setup
 Operating Conditions:
 Operator Name:
 Test Site: Kara 10m SAC

EMI Auto Test Template: UNECE Reg.10 Electric Field Strenght 30M-1GHz at 10m (to 10m)

Hardware Setup: Electric Field Strength 30M-1.3GHz at 10m (to 10 m)
 Measurement Type: Open-Area-Test-Site
 Frequency Range: 30 MHz - 1 GHz
 Graphics Level Range: -10 dBμV/m - 50 dBμV/m

Preview Measurements:
 Antenna height: 300 - 300 cm , Step Size = 0 cm , Positioning Speed = 5
 Polarization: H + V
 Turntable position: 0 - 0 deg , Step Size = 0 deg , Positioning Speed = 3
 Graphics Display: Show separate traces for horizontal and vertical polarization
 Scan Test Template: Electric Field Strength 30M-1GHz at 10m [to 10m) PRE Q+A

Data Reduction:
 Limit Line #1: UNECE Reg.10 QP at 10m
 Limit Line #2: UNECE Reg.10 AV at 10m
 Peak Search: 6 dB , Maximum Results: 10
 Subrange Maxima: 0 Subranges , Maxima per Subrange: 1
 Acceptance Offset: -20 dB
 Maximum Number of Results: 0
 After Data Reduction: Interactive data reduction

Frequency Zoom:
 Zoom Scan Template: Electric Field Strength 30M-1GHz at 10m [to 10m) MAX Q+A

Final Measurements:
 Template for Single Meas.: Electric Field Strength 30M-1GHz at 10m [to 10m) FIN Q+A

Subrange	Step Size	Detectors	IF BW	Meas.	Preamp
30 MHz - 1 GHz	20 kHz	QPK; AVG	120 kHz	1 s	20 dB

Receiver: [ESIB 26]

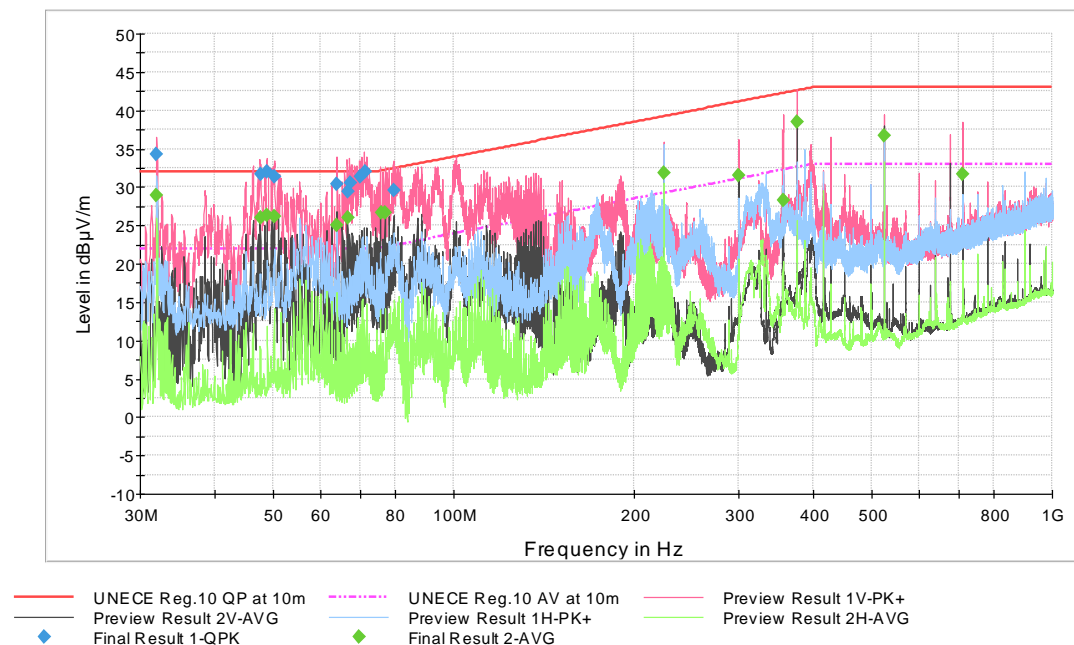
Report Settings:
 Report Template: EMI Auto Test Report
 Create Electronic Report: RTF
 Document Name: 95/54/EC Electric Field Strenght 30 - 1000 MHz

Actions:

Test stop

Protect Receivers

UNECE Reg.10 Electric Field Strength 30M-1GHz at 10m (to 10m)



Frequency (MHz)	QuasiPeak (dBμV/m)	Meas. Time (ms)	Bandwidth (kHz)	Height (cm)	Polarization	Azimuth (deg)	Corr. (dB)	Margin (dB)	Limit (dBμV/m)	Comment
32.000000	34.2	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-14.3	-2.2	32.0	
47.660000	31.7	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-13.3	0.3	32.0	
48.940000	32.0	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-13.2	0.0	32.0	
50.280000	31.4	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-13.2	0.6	32.0	
63.960000	30.4	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-14.5	1.6	32.0	
66.640000	29.4	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-14.8	2.6	32.0	
67.260000	30.5	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-14.9	1.5	32.0	
69.860000	31.4	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-15.3	0.6	32.0	
71.200000	32.0	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-15.6	0.0	32.0	
79.660000	29.6	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-17.4	2.8	32.4	

Frequency (MHz)	Average (dBμV/m)	Meas. Time (ms)	Bandwidth (kHz)	Height (cm)	Polarization	Azimuth (deg)	Corr. (dB)	Margin (dB)	Limit (dBμV/m)	Comment
32.000000	29.0	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-14.3	-7.0	22.0	
47.660000	26.0	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-13.3	-4.0	22.0	
48.960000	26.2	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-13.2	-4.2	22.0	
50.260000	26.1	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-13.2	-4.1	22.0	
63.960000	25.0	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-14.5	-3.0	22.0	
66.680000	25.9	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-14.9	-3.9	22.0	
75.760000	26.6	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-16.6	-4.5	22.1	
77.060000	26.7	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-16.9	-4.5	22.2	
225.000000	31.8	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-15.1	-2.5	29.2	
300.000000	31.6	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-11.4	-0.5	31.1	

355.020000	28.3	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-10.2	3.9	32.2	
375.000000	38.5	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-9.7	-5.9	32.6	
525.000000	36.7	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-7.1	-3.7	33.0	
710.020000	31.7	1000.0	120.000	299.6	V	0.0	-3.4	1.3	33.0	

Frequency (MHz)	MaxPeak- MaxHold (dBμV/m)	Height (cm)	Polarization	Azimuth (deg)	Corr. (dB)	Margin (dB)	Limit (dBμV/m)	Comment
32.000000	36.5	299.6	V	0.0	-14.3	-4.5	32.0	
47.560000	33.6	299.6	V	0.0	-13.3	-1.6	32.0	
48.760000	33.8	299.6	V	0.0	-13.2	-1.8	32.0	
50.200000	33.5	299.6	V	0.0	-13.2	-1.5	32.0	
63.960000	33.9	299.6	V	0.0	-14.5	-1.9	32.0	
66.520000	33.5	299.6	V	0.0	-14.8	-1.5	32.0	
67.120000	33.7	299.6	V	0.0	-14.9	-1.7	32.0	
69.760000	33.5	299.6	V	0.0	-15.3	-1.5	32.0	
71.040000	34.6	299.6	V	0.0	-15.5	-2.6	32.0	
79.440000	33.4	299.6	V	0.0	-17.4	-1.0	32.4	

Frequency (MHz)	Average- MaxHold (dBμV/m)	Height (cm)	Polarization	Azimuth (deg)	Corr. (dB)	Margin (dB)	Limit (dBμV/m)	Comment
32.000000	29.2	299.6	V	0.0	-14.3	-7.2	22.0	
47.600000	26.0	299.6	V	0.0	-13.3	-4.0	22.0	
48.880000	26.2	299.6	V	0.0	-13.2	-4.2	22.0	
50.200000	26.4	299.6	V	0.0	-13.2	-4.4	22.0	
63.960000	26.8	299.6	V	0.0	-14.5	-4.8	22.0	
66.520000	26.1	299.6	V	0.0	-14.8	-4.1	22.0	
75.600000	26.0	299.6	V	0.0	-16.5	-4.0	22.1	
76.880000	27.0	299.6	V	0.0	-16.8	-4.8	22.2	
225.000000	32.1	299.6	V	0.0	-15.1	-2.9	29.2	
300.000000	31.8	299.6	V	0.0	-11.4	-0.7	31.1	
355.040000	29.7	299.6	V	0.0	-10.2	2.5	32.2	
375.000000	39.0	299.6	V	0.0	-9.7	-6.4	32.6	
525.000000	38.0	299.6	V	0.0	-7.1	-5.0	33.0	
710.000000	31.2	299.6	V	0.0	-3.4	1.8	33.0	

Biofore-konseptiautoon asennetut valaisimet ja heijastimet


- Kaukovalot 2kpl: HELLA DR 00 E1 1102 175 SAE YOO TF 40
- Lähivalot 2kpl: HELLA 1903 DC 00 HC 00 E1 HC 00 DC00 1904
- Peruutusvalo 1kpl (vas.): HELLA AR E4 0023 255 P21W TR 38 SAE R07 DOT
- Etuvilkut 2kpl: HELLA A E1 02 879 R5W1 1A E1 01 878 PY 21w 152 128
- Sivuvilkut 2kpl: DEPO 01-44-1406R-YE4
- Keskijarru 1kpl: VW 5K6 845 057 S3 02 E9 1817
- Jarru- ja takavalot 2kpl: HELLA 02 R1 S1 R1 02 S1 02 A 01 2A E2 12390
- Takasumuvalo 1kpl (oik.): HELLA f E3 0039 17 H21W TH 141 SAE F207
- Huomiovalot ja etuvalot 2x5kpl: HELLA02 A 00 RL E24 5852
- Heijastimet 2kpl:RADEX IA E3 02 540

Moottorin tehon mittausraportti

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Kalevankatu 43

00180 Helsinki



LPS 3000 PKW

Ajoneuvotyyppi: Omavalmiste M1-luokan ajoneuvo

Mittaja: Jenni Jätilä

Dieselmoottori / Turboahdin (ilmajäähdytteinen)

Manuaalivaihteisto

Etuveto

Valmistaja: Metropolia

Malli: Biofore

Valmistenumero: YKBM11410E21L0003

Mittauspäivä: 26.08.2014 (15:30)

Sivu: 1

RPM	P-pyörä [kW]	P-häviö [kW]	P-normi [kW]	M-normi [Nm]
1500	5	8	12	10
2000	12	13	22	15
2500	18	17	35	145
3000	24	19	45	140
3400	26.2	20.6	46.4	138.8
4000	22	21	42	100

Tehotiedot			Ympäristötiedot		
Normaaliteho ¹⁾	P_{Norm}	46,4 kW / 63,1 BHP	Ympäristön lämpötila	$T_{Ympäristö}$	21,4 °C
Moottorin teho	P_{Moott}	46,7 kW / 63,5 BHP	Imuilman lämpötila	T_{Imuilm}	19,3 °C
Pyöräteho	$P_{Pyörä}$	26,2 kW / 35,6 BHP	Ilman suhteellinen kosteus	$H_{IlmaKst}$	43,5 %
Häviöteho	$P_{Häviö}$	20,6 kW / 28,0 BHP	Ilmanpaine	P_{Ilma}	991,8 hPa
Suurin teho		3415 rpm / 88,5 km/h	Höyrynpaine	$P_{Höyry}$	11,1 hPa
Vääntömomentti ¹⁾	M_{Norm}	138,8 Nm	Öljyn lämpötila	$T_{Öljy}$	—, °C
Suurin vääntömomentti		2665 rpm / 69,0 km/h	Polttoaineen lämpötila	$T_{Polttoaine}$	—, °C
Suurin saavutettu RPM		4035 rpm / 104,6 km/h			
¹⁾ Korjaus ETY 80/1269 mukaisesti ($f_m = 0,30$) Korjaustekijät: $Q_v = 0,00$ %					

Luisto			Pyörivä inertia		
Nopeus ilman kuormaa	$V_{Ilman kuormaa}$	—, km/h	Keskimääräinen hidastuvuus inertiaa I_1		—, m/s ²
RPM ilman kuormaa	$n_{Ilman kuormaa}$	—, rpm	Keskimääräinen jarruvoima inertia F_1		—, N
Nopeus täyskuorma	$V_{Täyskuorma}$	—, km/h	Keskimääräinen hidastuvuus inertiaa I_2		—, m/s ²
RPM täyskuorma	$n_{Täyskuorma}$	—, rpm	Keskimääräinen jarruvoima inertia F_2		—, N
Luisto		—, %	Pyörivän massan voima	$F_{rot-koko}$	—, N
			Pyörivä kokonaismassa	$m_{rot-koko}$	310,0 kg
			Dynamometrin pyörivä massa	$m_{rot-dyno}$	250,0 kg
			Ajoneuvon pyörivä massa	$m_{rot-ajoneuvo}$	60,0 kg